

(translation)

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this office.

Date of application: December 25, 2002

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2002-374635

[ST.10/C] : [JP2002-374635]

Applicant(s): Pioneer Corporation

Date of this certificate: June 24, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office Shinichiro OTA

Certificate No. 2003-3049534

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年12月25日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-374635

[ST.10/C]:

[JP2002-374635]

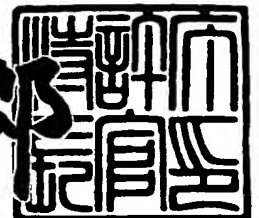
出 願 人
Applicant(s):

パイオニア株式会社

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049534

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0378

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/40
H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 宮地 護

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 渡辺 温

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 高橋 宏和

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 木村 義則

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100063565

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 信淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100118898

【弁理士】

【氏名又は名称】 小橋 立昌

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011659

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置であって、

所定の専有面積を有する第 1 のレーザ発振部と、

半導体基板上に積層形成され前記第 1 のレーザ発振部より大きな専有面積を有する第 2 のレーザ発振部とを備え、

前記半導体基板とは反対側の前記第 2 のレーザ発振部の面と、前記第 1 のレーザ発振部の発光部から近い側の面が導電性を有する接着層により接着されており、

前記接着層に固着された第 1 のレーザ発振部は、アルミニウム(A l)、ガリウム(G a)、インジウム(I n)のうちの少なくとも 1 種と窒素(N)とを含む窒化物系 III-V 族化合物半導体の薄膜が積層された積層構造からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 前記第 1、第 2 のレーザ発振部の専有面積の違いに応じて生じる、前記第 1 のレーザ発振部側から見た前記第 2 のレーザ発振部の露出面に前記接着層と電気的に接続した導電層を有し、当該導電層が、前記第 1、第 2 のレーザ発振部を駆動させる駆動電流を供給する電流供給部となっていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 前記導電層は前記第 2 のレーザ発振部の主面上に沿って前記接着層が延在したものであることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 前記接着層は、第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部との間に介在する前記接着層部分に対し前記露出面部分の導電層が前記半導体基板方向へ段差を有していることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 前記接着層は前記第 2 のレーザ発振部上に積層されたオーミック電極層を介して前記第 2 のレーザ発振部に固着され、前記導電層は第 2 のレーザ発振部の主面上に沿ってオーミック電極層が延在したものであることを特

徴とする請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 前記半導体基板は、GaAs 基板からなり、前記第 2 のレーザ発振部は、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも 1 種と、砒素 (As)、リン (P)、アンチモン (Sb) のうち少なくとも 1 種とを含む III-V 族化合物半導体の薄膜が積層された積層構造から成ることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 支持基板上に、前記第 1 のレーザ発振部と、第 1 のレーザ発振部側に面して露出している前記接着層の部分とが固着されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】 支持基板上に、前記第 1 のレーザ発振部と、前記第 1 のレーザ発振部側に面して露出している前記オーミック電極層の一部分とが固着されていることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】 互いに異なる波長のレーザ光を出射する第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、

サファイア基板上に、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも 1 種と窒素 (N) とを含む窒化物系 III-V 族半導体の薄膜を積層することで前記第 1 のレーザ発振部を形成すると共に、当該第 1 のレーザ発振部上に第 1 の接着層を積層することにより第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、

GaAs 基板上に、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも 1 種と砒素 (As)、リン (P)、アンチモン (Sb) のうち少なくとも 1 種とを含む III-V 族化合物半導体の薄膜を積層することで、当該薄膜の積層構造より成り前記 GaAs 基板面より突出した第 2 のレーザ発振部を形成すると共に、前記突出した第 2 のレーザ発振部上と当該第 2 のレーザ発振部の形成されていない前記 GaAs 基板上との全面に、第 2 の接着層を積層することで、第 2 の発光素子を形成すべき第 2 の中間生成体を作製する第 2 の工程と、

第 1 のレーザ発振部の導波路が第 2 のレーザ発振部の導波路に近接するように

、前記第1の接着層と前記突出した第2のレーザ発振部上の第2の接着層とを合わせて接着させることにより、接着層の介在によって前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを固着させた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、

前記サファイア基板を透過し窒化物系III-V族半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第1のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第1のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第1のレーザ薄膜のうち第1、第2の接着層が接していない領域に対応している部分を破壊させる第4の工程と、

前記サファイア基板を前記第3の中間生成体から剥離することにより、前記第1のレーザ発振部と、前記前記GaAs基板上の第2の接着層の部分とを露出させる第5の工程と、

前記サファイア基板を剥離した後の前記第3の中間生成体を劈開すると共に、前記露出した第2の接着層の部分で分割することによって、前記第1のレーザ発振部を有する第1の発光素子と前記第2のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第6の工程と、
を備えることを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項10】 互いに異なる波長のレーザ光を出射する第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、

サファイア基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と窒素（N）とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで前記第1のレーザ発振部を形成すると共に、当該第1のレーザ発振部上に、レーザ導波路に沿ったレーザ導波路を含む領域にストライプ状に接着層を積層することによって、第1の中間生成体を作製する第1の工程と、

GaAs基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と砒素（As）、リン（P）、アンチモン（Sb）のうち少なくとも1種とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで、第2のレーザ発振部を形成すると共に、前記第2のレーザ発振部上の全面に第2の接着層を積層することにより、第2の中間生成体を作製する第2の工程と、

前記第1のレーザ発振部の導波路が第2のレーザ発振部の導波路に近接するよ

うに、前記第 1 の接着層と第 2 の接着層とを合わせて接着させることにより、固化後の接着層の介在によって前記第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部とを固着させると共に、前記第 2 の接着層のうち、前記第 1 のレーザ発振部とは固着しない部分が生じた第 3 の中間生成体を作製する第 3 の工程と、

サファイア基板を透過し、窒化物系 III-V 族化合物半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第 1 のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第 1 のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第 1 のレーザ薄膜のうち前記第 1 の接着層が形成されていない領域を破壊させる第 4 の工程と、

前記サファイア基板を前記第 3 の中間生成体から剥離することにより、前記第 1 のレーザ発振部と、前記第 1 のレーザ発振部のうち前記破壊した部分に対応する接着層の部分を露出させる第 5 の工程と、

前記サファイア基板を剥離した後の前記第 3 の中間生成体を劈開すると共に、前記露出した接着層の部分で分割することによって、前記第 1 のレーザ発振部を有する第 1 の発光素子と前記第 2 のレーザ発振部を有する第 2 の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第 6 の工程と、
を備えることを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 1 1】 互いに異なる波長のレーザ光を出射する第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、

サファイア基板上に、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも 1 種と窒素 (N) とを含む III-V 族化合物半導体の薄膜を積層することで前記第 1 のレーザ発振部を形成すると共に、当該第 1 のレーザ発振部上に第 1 の接着層を積層することによって、第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、

GaAs 基板上に、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも 1 種と砒素 (As)、リン (P)、アンチモン (Sb) のうち少なくとも 1 種とを含む III-V 族化合物半導体の薄膜を積層することで、第 2 のレーザ発振部を形成すると共に、前記第 2 のレーザ発振部上の全面に金属のオーミック電極層を積層し、更に前記オーミック電極層上に、前記第 2 のレ

ーザ発振部のレーザ導波路に沿ったレーザ導波路を含む領域にストライプ状に接着層を積層することによって、第2の中間生成体を作製する第2の工程と、

前記第1の接着層と第2の接着層とを合わせて接着させることにより、接着層の介在によって前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを固着させた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、

サファイア基板を透過し、窒化物系III-V族化合物半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第1のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第1のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第1のレーザ薄膜のうち前記第2の接着層が形成されていない領域に対応する部分を破壊させる第4の工程と、

前記サファイア基板を前記第3の中間生成体から剥離することにより、前記第1のレーザ発振部と、前記第1のレーザ発振部のうち前記破壊した部分に対応するオーミック電極層の部分とを露出させる第5の工程と、

前記サファイア基板を剥離した後の前記第3の中間生成体を劈開すると共に、前記露出したオーミック電極層の部分で分割することによって、前記第1のレーザ発振部を有する第1の発光素子と前記第2のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第6の工程と、
を備えることを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項12】 前記第6の工程に続いて、支持基板上に、前記第1の発振部の露出面と、前記接着層の露出面とを固着する第7の工程を有することを特徴とする請求項9又は10に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項13】 前記第6の工程に続いて、支持基板上に、前記第1の発振部の露出面と、前記オーミック電極の露出面とを固着する第7の工程を有することを特徴とする請求項11に記載の半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置及びその製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、波長の異なる複数のレーザ光を出射する多波長レーザと呼ばれる半導体レーザ装置の研究開発が進められている。

【 0 0 0 3 】

例えば、C D (Compact Disc)、D V D (Digital Versatile Disc) 等で代表される光ディスクと称されるストレージ媒体に情報記録又は情報再生を行う情報記録再生装置の分野にあっては、従来より商品化されている各種C DとD V D等に対してコンパチビリティを有し、且つ、より高密度記録等が可能な新たなストレージ媒体に対しても対応可能な光ピックアップを開発すべく、波長の異なる複数のレーザ光を出射し得る半導体レーザ装置の開発が重要となっている。

【 0 0 0 4 】

こうした半導体レーザ装置として、モノリシック型の半導体レーザ装置で実現することの困難性を解消すべく、ハイブリッド構造によって実現したものが提案されている（例えば、特許文献1）。

【 0 0 0 5 】

この半導体レーザ装置は、特許文献1中の図1等の開示されているように、第1の基板上に形成された短波長（例えば、波長400nm帯）のレーザ光を出射するGaN系のレーザ発振部を有する第1の発光素子と、第2の基板上に並設された長波長（例えば、波長600nm帯～700nm帯）のレーザ光を出射するAlGaInP系のレーザ発振部及びAlGaAs系のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを別々に製造してチップ化し、これらチップ化された第1の発光素子と第2の発光素子とを支持基板（いわゆるサブマウント）上に重ねて取り付けられることで、ハイブリッド構造の半導体レーザ装置となっている。

【 0 0 0 6 】

ここで、GaN系レーザ発振部が第1の基板と支持基板との間に挟まれるようにして取り付けられることで、第1の発光素子は支持基板上に取り付けられており、更にAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部が第1の基板と第2の基板との間に挟まれるようにして取り付けられることで、第2の

発光素子は第1の発光素子上に第1の基板を介して取り付けられている。

【0007】

したがって、支持基板上に短波長（例えば、波長400nm帯）のレーザ光を出射するGa_{0.9}N_{0.1}系レーザ発振部が取り付けられると共に、そのGa_{0.9}N_{0.1}系レーザ発振部に第1の基板を介して、長波長（例えば、波長600nm帯～700nm帯）のレーザ光を出射するAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部が取り付けられており、更にそれらAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部上に第2の基板が位置した構造となっている。

【0008】

そして、この半導体レーザ装置を光ピックアップに搭載し、Ga_{0.9}N_{0.1}系レーザ発振部から短波長のレーザ光を出射することで、高密度記録が可能なストレージ媒体に対する情報記録又は情報再生を行い、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部から長波長のレーザ光を出射することで、従来から商品化されている各種CDとDVD等に対する情報記録又は情報再生を行い、これによってコンパチビリティを有した光ピックアップを実現することとしている。

【0009】

【特許文献1】

特開2001-230502号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

ところで従来の半導体レーザ装置は、上述したように、予め第1の発光素子と第2の発光素子とをそれぞれ別個の半導体チップとして製造し、チップ化された第1の発光素子と第2の発光素子を支持基板（サブマウント）上に重ねて取り付ける構造となっている。このため、例えば光ピックアップ用の半導体レーザ装置を製造すべく、各発光素子の劈開面から各レーザ光を同じ方向に出射させるようにするためには、チップ化されている各発光素子を極めて高い精度で位置合わせして組み付ける必要があり、製造工程が非常に繁雑となるという問題がある。

【0011】

また、従来の半導体レーザ装置は、支持基板上に第1の発光素子のGa_{0.9}N_{0.1}系レ

ーザ発振部を近接させて取り付け、第1の発光素子に備えられている第1の基板上に、第2の発光素子のAlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部が取り付けられている。

【0012】

しかし、この構造によると、第1の発光素子と第2の発光素子との間に、厚さの大きな第1の基板が介在し、上述の特許文献1にも記載されているように、その第1の基板(GaN基板)は通常100 μ m程度の厚さを有しているため、GaN系レーザ発振部におけるレーザ光の出射位置(発光点の位置)と、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部におけるレーザ光の出射位置(発光点の位置)との間隔が大きく離れてしまうという問題がある。つまり、各レーザ光の発光点間隔が大きくなるという問題がある。

【0013】

例えば、光ピックアップにこの半導体レーザ装置を搭載して、情報記録又は情報再生を行う場合、光ピックアップを構成している光学系の光軸に対してGaN系レーザ発振部の出射位置(発光点の位置)を光軸合わせすると、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部から出射されるレーザ光の出射方向が、第1の基板の厚さの影響によって光学系の光軸から大きくずれることとなり、収差等の発生原因となる場合がある。

【0014】

また、例えばGaN系レーザ発振部から出射されるレーザ光と、AlGaInP系レーザ発振部及びAlGaAs系レーザ発振部から出射されるレーザ光とを共に、光ピックアップの光学系の光軸に合わせるべく、第1の基板の厚さによる悪影響を解消するためのプリズム等の他の光学素子を設けることとすると、部品点数が増加する等の問題を生じる。

【0015】

本発明はこうした従来の問題点に鑑みてなされたものであり、波長の異なる複数のレーザ光を出射すると共に、レーザ光の発光点間隔が小さい半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

また、容易に製造することができると共に、レーザ光の発光点間隔が高精度で制御された半導体レーザ装置を量産性良く作製するための製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の半導体レーザ装置の発明は、波長の異なる複数のレーザ光を出射する半導体レーザ装置であって、所定の専有面積を有する第 1 のレーザ発振部と、半導体基板上に積層形成され前記第 1 のレーザ発振部より大きな専有面積を有する第 2 のレーザ発振部とを備え、前記半導体基板とは反対側の前記第 2 のレーザ発振部の面と、前記第 1 のレーザ発振部の発光部から近い側の面が導電性を有する接着層により接着されており、前記接着層に固着された第 1 のレーザ発振部は、アルミニウム (A l)、ガリウム (G a)、インジウム (I n) のうちの少なくとも 1 種と窒素 (N) とを含む窒化物系 III-V 族化合物半導体の薄膜が積層された積層構造からなることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 に記載の半導体レーザ装置の製造方法の発明は、互いに異なる波長のレーザ光を出射する第 1 のレーザ発振部と第 2 のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、サファイア基板上に、アルミニウム (A l)、ガリウム (G a)、インジウム (I n) のうち少なくとも 1 種と窒素 (N) とを含む窒化物系 III-V 族半導体の薄膜を積層することで前記第 1 のレーザ発振部を形成すると共に、当該第 1 のレーザ発振部上に第 1 の接着層を積層することにより第 1 の中間生成体を作製する第 1 の工程と、G a A s 基板上に、アルミニウム (A l)、ガリウム (G a)、インジウム (I n) のうち少なくとも 1 種と砒素 (A s)、リン (P)、アンチモン (S b) のうち少なくとも 1 種とを含む II I-V 族化合物半導体の薄膜を積層することで、当該薄膜の積層構造より成り前記 G a A s 基板面より突出した第 2 のレーザ発振部を形成すると共に、前記突出した第 2 のレーザ発振部上と当該第 2 のレーザ発振部の形成されていない前記 G a A s 基板上との全面に、第 2 の接着層を積層することで、第 2 の発光素子を形成すべき第 2 の中間生成体を作製する第 2 の工程と、第 1 のレーザ発振部の導波

路が第2のレーザ発振部の導波路に近接するように、前記第1の接着層と前記突出した第2のレーザ発振部上の第2の接着層とを合わせて接着させることにより、接着層の介在によって前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを固着させた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、前記サファイア基板を透過し窒化物系III-V族半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第1のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第1のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第1のレーザ薄膜のうち第1、第2の接着層が接していない領域に対応している部分を破壊させる第4の工程と、前記サファイア基板を前記第3の中間生成体から剥離することにより、前記第1のレーザ発振部と、前記前記GaAs基板上の第2の接着層の部分とを露出させる第5の工程と、前記サファイア基板を剥離した後の前記第3の中間生成体を劈開すると共に、前記露出した第2の接着層の部分で分割することによって、前記第1のレーザ発振部を有する第1の発光素子と前記第2のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第6の工程とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項10に記載の半導体レーザ装置の製造方法の発明は、互いに異なる波長のレーザ光を出射する第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、サファイア基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と窒素（N）とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで前記第1のレーザ発振部を形成すると共に、当該第1のレーザ発振部上に、レーザ導波路に沿ったレーザ導波路を含む領域にストライプ状に接着層を積層することによって、第1の中間生成体を作製する第1の工程と、GaAs基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と砒素（As）、リン（P）、アンチモン（Sb）のうち少なくとも1種とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで、第2のレーザ発振部を形成すると共に、前記第2のレーザ発振部上の全面に第2の接着層を積層することにより、第2の中間生成体を作製する第2の工程と、前記第1のレーザ発振部の導波路が第2のレーザ

発振部の導波路に近接するように、前記第1の接着層と第2の接着層とを合わせて接着させることにより、固化後の接着層の介在によって前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを固着させると共に、前記第2の接着層のうち、前記第1のレーザ発振部とは固着しない部分が生じた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、サファイア基板を透過し、窒化物系III-V族化合物半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第1のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第1のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第1のレーザ薄膜のうち前記第1の接着層が形成されていない領域を破壊させる第4の工程と、前記サファイア基板を前記第3の中間生成体から剥離することにより、前記第1のレーザ発振部と、前記第1のレーザ発振部のうち前記破壊した部分に対応する接着層の部分を露出させる第5の工程と、前記サファイア基板を剥離した後の前記第3の中間生成体を劈開すると共に、前記露出した接着層の部分で分割することによって、前記第1のレーザ発振部を有する第1の発光素子と前記第2のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第6の工程と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項11に記載の半導体レーザ装置の製造方法の発明は、互いに異なる波長のレーザ光を出射する第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを有する半導体レーザ装置の製造方法であって、サファイア基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と窒素（N）とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで前記第1のレーザ発振部を形成すると共に、当該第1のレーザ発振部上に第1の接着層を積層することによって、第1の中間生成体を作製する第1の工程と、GaAs基板上に、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、インジウム（In）のうち少なくとも1種と砒素（As）、リン（P）、アンチモン（Sb）のうち少なくとも1種とを含むIII-V族化合物半導体の薄膜を積層することで、第2のレーザ発振部を形成すると共に、前記第2のレーザ発振部上の全面に金属のオーミック電極層を積層し、更に前記オーミック電極層上に、前記第2のレーザ発振部のレーザ導波路に沿ったレーザ導波路を含む領域にストライプ状に接着層を積層することによって

、第2の中間生成体を作製する第2の工程と、前記第1の接着層と第2の接着層とを合わせて接着させることにより、接着層の介在によって前記第1のレーザ発振部と第2のレーザ発振部とを固着させた第3の中間生成体を作製する第3の工程と、サファイア基板を透過し、窒化物系III-V族化合物半導体で吸収される光を当該サファイア基板と第1のレーザ発振部との接合部分に照射することにより、第1のレーザ発振部のこの接合部分近傍領域を分解させ、かつ前記第1のレーザ薄膜のうち前記第2の接着層が形成されていない領域に対応する部分を破壊させる第4の工程と、前記サファイア基板を前記第3の中間生成体から剥離することにより、前記第1のレーザ発振部と、前記第1のレーザ発振部のうち前記破壊した部分に対応するオーミック電極層の部分とを露出させる第5の工程と、前記サファイア基板を剥離した後の前記第3の中間生成体を劈開すると共に、前記露出したオーミック電極層の部分で分割することによって、前記第1のレーザ発振部を有する第1の発光素子と前記第2のレーザ発振部を有する第2の発光素子とを備えた個々の半導体レーザ装置を作製する第6の工程とを備えることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0022】

〔第1の実施の形態〕

本発明の第1の実施形態に係る半導体レーザ装置を、図1ないし図4を参照して説明する。

【0023】

なお、図1(a)は、本半導体レーザ装置1の外部構造を表した斜視図、図1(b)は、図1(a)に示した半導体レーザ装置1の縦断面構造を表した図、図2ないし図4は、本半導体レーザ装置1の製造工程を表した図である。

【0024】

図1(a)(b)において、この半導体レーザ装置1は、短波長（例えば、波長400nm帯）のレーザ光を出射する第1の発光素子2と、それより長波長（

例えば、波長 6 0 0 n m 帯～7 0 0 n m 帯) のレーザ光を出射する第 2 の発光素子 3 とが接着層としての導電性を有する融着金属層 4 によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【 0 0 2 5 】

第 1 の発光素子 2 は、ストライプ形状のリッジ導波路 6 が形成され上述の短波長のレーザ光を出射する第 1 のレーザ発振部 5 と、リッジ導波路 6 を除くレーザ発振部 5 の融着金属層 4 側の全面を絶縁する絶縁層 7 と、リッジ導波路 6 及び融着金属層 4 に電氣的に接着するオーミック電極層 8 と、レーザ発振部 5 の表面に形成されたオーミック電極 P 1 を備えて構成されている。

【 0 0 2 6 】

ここで、レーザ発振部 5 は、窒化物系 III-V 族化合物半導体 (G a N 系半導体) より成る多重量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (D H) と、融着金属層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 6 を備えて形成されている。

【 0 0 2 7 】

そして、オーミック電極 P 1 と融着金属層の露出部 4 R に形成されているオーミック電極 P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着金属層 4 中を流れると共に、リッジ導波路 6 のストライプ形状に沿ってレーザ発振部 5 中の上述の活性層に、狭窄された電流が流入することで光が発生する。更にリッジ導波路 6 の長手方向の両端に形成されている劈開面 (鏡面) により、レーザ共振器が構成されており、リッジ導波路 6 のストライプ形状に沿って放出される光が両端の劈開面 (鏡面) で反射されて活性層中を繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、上述の短波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 0 2 8 】

第 2 の発光素子 3 は、III-V 化合物族半導体 (例えば G a A s 系半導体) から成る基板 1 3 上に形成されストライプ形状のリッジ導波路 1 0 を有する第 2 のレーザ発振部 9 と、リッジ導波路 1 0 を除くレーザ発振部 9 の融着金属層 4 側を絶縁する絶縁層 1 1 と、リッジ導波路 1 0 及び融着金属層 4 に電氣的に接着する

オーミック電極層 1 2 と、基板 1 3 の下端に形成されたオーミック電極 P 2 を備えて構成されている。

【 0 0 2 9 】

ここで、レーザ発振部 9 は、III-V 族化合物半導体 (A l G a I n P 系半導体) より成る歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (D H) と、融着金属層 4 側に形成された上述のリッジ導波路 1 0 を備えて形成されている。

【 0 0 3 0 】

そして、オーミック電極 P 2 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着金属層 4 中を流れると共に、リッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿ってレーザ発振部 9 中の上述の活性層に、狭窄された電流が流入することで光が発生する。更にリッジ導波路 1 0 の長手方向の両端に形成されている劈開面 (鏡面) により、レーザ共振器が構成されており、リッジ導波路 1 0 のストライプ形状に沿って放出される光が両端の劈開面 (鏡面) で反射されて活性層中を繰り返し往復しながら、次々とキャリア再結合を誘起し、誘導放出を行わせることにより、上述の長波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1、第 2 の発光素子 2、3 の片側の劈開端面には、高反射コーティングが施されている。

【 0 0 3 2 】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 2 ないし図 4 を参照して説明する。

【 0 0 3 3 】

まず、図 2 (a) の縦断面図にて示すように、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための中間生成体 1 0 0 と、図 2 (b) の縦断面図にて示すように、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 0 3 4 】

すなわち、図 2 (a) において、MOCVD 法等により、サファイア基板 1 4 上に、例えば組成と膜厚等の異なった G a N 系半導体より成る複数の半導体薄膜

を積層形成することで、上述した多重量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造（DH）を形成し、更に活性層の上方部分を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 6 を所定間隔をおいて並設する。

【 0 0 3 5 】

更に、同図に示す如く、リッジ導波路 6 を除く上面部分に絶縁層 7 を形成した後、リッジ導波路 6 と絶縁層 7 とを含む全面に、蒸着等によって、オーミック電極層 8 と融着金属層 4 a とを順に積層する。

【 0 0 3 6 】

かかる製造工程により、第 1 の発光素子 2 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0 を作製する。

【 0 0 3 7 】

次に、図 2（b）において、MOCVD 法等により、例えば GaAs から成る基板 1 3 上に、例えば組成と膜厚等の異なる AlGaInP 系半導体より成る複数の半導体薄膜を積層することで、上述した歪量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造（DH）を形成した後、当該活性層の上方部分を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 1 0 を上述のリッジ導波路 6 と同じ間隔をおいて並設する。

【 0 0 3 8 】

更に、同図に示す如く、レーザ発振部 9 として残すべき領域をマスキングし、マスキングしない領域に対して選択的にエッチング等を施すことで GaAs 基板 1 3 の比較的深い部分まで除去することにより、凸状の断面を有する複数個のレーザ発振部 9 を形成する。

【 0 0 3 9 】

そして、リッジ導波路 1 0 を除く上面部分に絶縁層 1 1 を形成した後、リッジ導波路 1 0 と絶縁層 1 1 とを含む全面に、蒸着等によって、オーミック電極層 1 2 を積層し、更にオーミック電極層 1 2 上に融着金属層 4 b を積層する。

【 0 0 4 0 】

かかる製造工程により、第 2 の発光素子 3 を複数個形成することが可能な中間

生成体 2 0 0 を作製すると、基板 1 3 上には、凸状の断面を有する複数のレーザ発振部 9 がリッジ導波路 1 0 の間隔をおいて形成されることとなる。更に、融着金属層 4 b は、基板 1 3 より突出しているこれらのレーザ発振部 9 上において断面が凸形状となり、レーザ発振部 9 の形成されていない基板 1 3 上においてレーザ発振部 9 の側部より回り込んで延在するような凹形状となって形成される。

【 0 0 4 1 】

こうして中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を予め作製した後、次に、図 2 (c) に示すように、融着金属層 4 a, 4 b を合わせることで、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 0 4 2 】

ここで、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザ装置 1 のレーザ発振部 5 におけるレーザ光の出射端とレーザ発振部 9 におけるレーザ光の出射端とが近接するように、予め中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。すなわち、分割後の個々の半導体レーザ装置 1 における発光点間隔が小さくなるように予め調整する。例えば、上述の所定間隔で形成されている夫々のリッジ導波路 6 とリッジ導波路 1 0 とが対向するように位置合わせして、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 0 4 3 】

そして、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱し、融着金属層 4 a, 4 b を融着させた後、除熱する。これにより、図 2 (c) に示されている融着金属層 4 a, 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 が固着されることで、一体化した中間生成体 3 0 0 が作製される。

【 0 0 4 4 】

上述の融着金属層 4 a, 4 b を一体化した融着金属層 4 にした後、次に、図 3 (a) において、サファイア基板 1 4 を透過すると共に窒化物系 III-V 族化合物半導体で吸収される光を、サファイア基板 1 4 の背面側から照射する。これによりレーザ発振部 5 のサファイア基板 1 4 との接合部近傍が加熱され、その熱によって当該部分が分解することでサファイア基板 1 4 とレーザ発振部 5 との接合

力が弱まり、剥離しやすくなる。

【 0 0 4 5 】

更に、融着金属層 4 の凹凸状の断面形状に応じて融着金属層 4 の間に隙間 R が生じているため、その隙間 R に面しているオーミック電極層 8 と絶縁層 7 及びレーザ発振部 5 の一部分が、上述の半導体薄膜の分解で生じるガスの力を受けて、隙間 R 内に崩落等する。このため、レーザ発振部 5 は、隙間 R を境にして、複数個のレーザ発振部 5 に分離される。

【 0 0 4 6 】

次に、サファイア基板 1 4 を中間生成体 3 0 0 から剥離し、隙間 R を境にして分離されている複数個のレーザ発振部 5 と、隙間 R に面した融着金属層 4 の一部分（凹状の部分）を露出させる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 4（a）の斜視図に示すように、蒸着等によって、各レーザ発振部 5 の露出面と、基板 1 3 の下端と、融着金属層 4 の露出部 4 R に、オーミック電極 P 1，P 2，P 3 を夫々形成する。

【 0 0 4 8 】

次に、図 4（b）に示すように、リッジ導波路 6，1 0 の長手方向に沿って中間生成体 3 0 0 を所定長さずつ劈開し、片側の劈開面に高反射コーティングを施す。

【 0 0 4 9 】

更に図 4（c）に示すように、融着金属層 4 の上述の露出端の部分に沿ってスクライプすることにより、個々の半導体レーザ装置 1 に分割し、図 1（a）（b）に示した構造を有する半導体レーザ装置 1 を作製する。

【 0 0 5 0 】

このように本実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、図 1（a）（b）に示したように、レーザ発振部 5，9 を融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、レーザ発振部 5 におけるレーザ光の出射位置（発光点の位置）とレーザ発振部 9 におけるレーザ光の出射位置（発光点の位置）との間隔、すなわち発光点間隔を小さくすることができる。

【 0 0 5 1 】

つまり、融着金属層 4 はレーザ発振部 5， 9 を固着するのに必要な厚さであればよく、従来技術のような基板の厚さに較べて、極めて薄い融着金属層 4 を設ければレーザ発振部 5， 9 を固着することが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【 0 0 5 2 】

更に、絶縁層 7， 1 1 及びオーミック電極層 8， 1 1 の厚さも、それらの機能を考慮すれば小さくすることが可能であることから、発光点間隔を大幅に小さくすることができる。

【 0 0 5 3 】

更に、本実施形態によれば、図 1 (a) (b) に示すように、レーザ発振部 5， 9 を固着している融着金属層 4 の一部分が、露出部 4 R としてそれらレーザ発振部 5， 9 の外側に延在しているので、駆動電流を供給するためのコンタクトを容易にとることができる構成となっている。

【 0 0 5 4 】

また、融着金属層 4 は、レーザ発振部 5， 9 に駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極（コモン電極）としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極の数を低減することができる。

【 0 0 5 5 】

更に、本実施形態によれば、第 1， 第 2 の発光素子 2， 3 とを個々の半導体チップとして予め作製し、それらの発光素子 2， 3 を貼着等するのではなく、第 1， 第 2 の発光素子 2， 3 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0， 2 0 0 を融着金属層 4 によって固着することで一体化した中間生成体 3 0 0 を作製した後、その中間生成体 3 0 0 を劈開及びスクライビング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割する。

【 0 0 5 6 】

このため、半導体製造工程において中間生成体 1 0 0， 2 0 0 とを融着金属層 4 によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ装置 1 における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点

の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を
括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることが
できる。

【 0 0 5 7 】

更に、レーザ発振部 5， 9 のリッジ導波路 6， 1 0 側が融着金属層 4 に近接し
て設けられており、且つ、融着金属層 4 の一部が外側へ延在した構造となってい
るため、レーザ発光に際してレーザ発振部 5， 9 より生じる熱を、外部へ効率良
く放熱することができる。

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態の半導体レーザ装置 1 を、CD や DVD その他のストレージ
媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載することとする
と、発光点間隔が小さいことから、第 1， 第 2 の発光素子 2， 3 の各発光点を共
に光ピックアップの光学系の光軸に高精度で位置合わせることができ、収差等の
発生を大幅に改善すること等ができる。

【 0 0 5 9 】

〈第 1 の実施例〉

次に、第 1 の実施形態に係る、より具体的な実施例を図 5 ないし図 8 を参照し
て説明する。

【 0 0 6 0 】

図 5 は、本実施例の半導体レーザ装置の構造を表し、図 1 (a) に対応させて
示した縦断面図である。図 6 ないし図 8 は、本半導体レーザ装置の製造工程を表
した図である。なお、図 5 ないし図 8 において、図 1 ないし図 3 と同一又は相当
する部分を同一符号で示している。

【 0 0 6 1 】

図 5 において、本実施例の半導体レーザ装置 1 は、Ga N 系レーザ（波長 4 0
5 n m 帯レーザ）である第 1 の発光素子 2 と、Al Ga In P 系レーザ（波長 6
5 0 n m 帯レーザ）である第 2 の発光素子 3 とが融着金属層 4 によって一体に固
着されたハイブリッド構造を有している。

【 0 0 6 2 】

第1の発光素子2は、ストライプ形状のリッジ導波路6を有したレーザ発振部5を備え、第2の発光素子3は、n型GaAs基板13上に形成されると共にストライプ形状のリッジ導波路10を有したレーザ発振部9を備えている。

【0063】

また、レーザ発振部5の上端にオーミック電極P1、n型GaAs基板13の下端にオーミック電極P2、融着金属層4の露出部4Rにオーミック電極P3が形成されている。

【0064】

そして、オーミック電極P1、P3を通じて駆動電流を供給すると、第1の発光素子2から波長405nm帯レーザ光が出射され、オーミック電極P2、P3を通じて駆動電流を供給すると、第2の発光素子3から波長650nm帯のレーザ光が出射される。

【0065】

第1の発光素子2のレーザ発振部5は、下地層5b、n型クラッド層5c、n型ガイド層5d、活性層5e、電子障壁層5f、p型ガイド層5g、p型クラッド層5h、p側コンタクト層5iとがその順番で積層された積層構造を有し、p側コンタクト層5iとp型クラッド層5hの一部がエッチング等によって除去されることで、上述のリッジ導波路6が、紙面前方側から裏面側へ延びたストライプ形状に形成されている。

【0066】

そして、リッジ導波路6とp側コンタクト層5iとを除いて、p型クラッド層5hの全面に絶縁層7が形成されており、更にp側コンタクト層5iとリッジ導波路6及び絶縁層7の全面にオーミック電極層8が形成されている。

【0067】

したがって、リッジ導波路6がp側コンタクト層5i及びオーミック電極層8を通じて融着金属層4に電氣的に接続されている。

【0068】

より具体的には、下地層5bは、Siをドーピングしてn型化したn型GaNから成り、厚さ約5～15 μ mに形成されている。n型クラッド層5cは、n型

$\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成り、厚さ約 $0.8\mu\text{m}$ に形成されている。
 n型ガイド層5dは、n型Ga N から成り、厚さ約 $0.2\mu\text{m}$ に形成されている。

【0069】

活性層5eは、約数十nmの厚さに形成され、組成の異なる $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ （但し、 $0 \leq x$ ）、例えば $\text{In}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ と $\text{In}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ から成る井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。電子障壁層5fは、AlGa N から成り、厚さ約 $0.02\mu\text{m}$ に形成されている。p型ガイド層5gは、Mgをドーピングしてp型化したp型Ga N から成り、厚さ約 $0.2\mu\text{m}$ に形成されている。

【0070】

p型クラッド層5hは、p型 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成り、厚さが約 $0.4\mu\text{m}$ に形成されている。p側コンタクト層5iは、p型Ga N から成り厚さ約 $0.1\mu\text{m}$ に形成されている。

【0071】

また、オーミック電極層8は、Pd、Pt、Au、若しくはNiの何れか、又はそれらを組み合わせた合金で形成され、絶縁層7は、 SiO_2 等で形成されている。

【0072】

また、詳細については製造工程の説明において述べるが、融着金属層4は、Auの融着金属層4aと、Snの融着金属層4bを融着させることで生じる合金により形成されている。

【0073】

第2の発光素子3のレーザ発振部9は、n型GaAs基板13上に積層されたバッファ層9a、n型クラッド層9b、活性層9c、p型クラッド層9d、通電層9e、p側コンタクト層9fがその順番で積層された積層構造を有している。

【0074】

そして、p側コンタクト層9fと通電層9e及びp型クラッド層9dの一部がエッチング等によって除去されることで、上述のリッジ導波路10が、紙面前方

側から裏面側へ延びたストライプ形状に形成されている。更に、リッジ導波路10の形成後、そのリッジ導波路10を含んでレーザ発振部9を形成すべき領域をマスクングし、マスクングしない領域をn型GaAs基板13の比較的深い部分までエッチング等を施すことで、同図に示すような凸状の断面形状を有するレーザ発振部9が形成されている。

【0075】

そして、上述のp側コンタクト層9fと通電層9e及びリッジ導波路10を除く、レーザ発振部9とn型GaAs基板13の全面が絶縁層11で被覆され、更にp側コンタクト層9fと絶縁層11の全面にオーミック電極層12が積層されることで、p側コンタクト層9fと通電層9e及びリッジ導波路10が、オーミック電極層12に電氣的に接続され、更にオーミック電極層12を通じて融着金属層4とも電氣的に接続されている。

【0076】

より具体的に述べると、バッファ層9aは、Siをドーピングしてn型化したn型GaAsから成り、厚さ約 $0.5\mu\text{m}$ に形成されている。n型クラッド層9bは、 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成り、厚さ約 $1.2\mu\text{m}$ に形成されている。

【0077】

活性層9cは、約数十nmの厚さに形成され、GaInPとAlGaInPとから成る歪量子井戸構造を有している。p型クラッド層9dは、Znをドーピングしてp型化した $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成り、厚さ約 $1.2\mu\text{m}$ に形成されている。通電層9eは、p型 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ から成り、厚さ約 $0.05\mu\text{m}$ に形成されている。p側コンタクト層9fは、p型GaAsから成り厚さ約 $0.2\mu\text{m}$ に形成されている。

【0078】

そして、オーミック電極層12は、Ti、Pt、Cr、Au若しくはAu-Znの何れか、又はそれらを組み合わせた合金で形成され、絶縁層7は、 SiO_2 等で形成されている。

【0079】

次に、本実施例の半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 6、図 7、図 8 を参照して説明する。

【0080】

まず、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための中間生成体 100 を図 6 (a) ~ (d) に示す工程に従って作製すると共に、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための中間生成体 200 を図 7 (a) ~ (d) 及び図 8 (a) (b) に示す工程に従って作製する。

【0081】

図 6 (a) において、単結晶サファイア (0001) 基板 14 上に、MOCVD 法により、レーザ発振部 5 を形成するための GaN 系薄膜を積層し、中間生成体 100 を作製する。

【0082】

すなわち、単結晶サファイア (0001) 基板 14 上に、GaN 又は AlN から成る厚さ約数十 nm 程度のバッファ層 5a、Si をドーピングして n 型化した n 型 GaN から成る厚さ約 5 ~ 15 μm の下地層 5b、n 型 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成る厚さ約 0.8 μm の n 型クラッド層 5c、n 型 GaN から成る厚さ約 0.2 μm の n 型ガイド層 5d、 $\text{In}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ と $\text{In}_{0.01}\text{Ga}_{0.99}\text{N}$ から成る井戸層とバリア層との多重量子井戸構造から成る活性層 5e、AlGaIn から成る厚さ約 0.02 μm の電子障壁層 5f、Mg をドーピングして p 型化した p 型 GaN から成る厚さ約 0.2 μm の p 型ガイド層 5g、p 型 $\text{Al}_{0.08}\text{Ga}_{0.92}\text{N}$ から成る厚さ約 0.4 μm の p 型クラッド層 5h、p 型 GaN から成る厚さ約 0.1 μm の p 側コンタクト層 5i をその順番で積層する。

【0083】

次に、図 6 (b) に示すように、中間生成体 100 の p 側コンタクト層 5i 上に、複数個分のリッジ導波路 6 (図 5 参照) の形状に合わせたマスク 101 を形成し、マスク 101 から露出している部分を反応性イオンエッチング (RIE) によって除去する。

【0084】

ここで、図 6 (c) に示すように、p 型クラッド層 5 h が約 $0.05 \mu\text{m}$ 程度の厚さとなる深さまでエッチングを行うことによって、形成すべき複数のレーザ発振部 5 の間隔と同じ間隔で、p 型クラッド層 5 h から突出するストライプ形状のリッジ導波路 6 を複数個形成し、そしてマスク 1 0 1 を除去する。

【0085】

次に、図 6 (d) に示すように、夫々のリッジ導波路 6 上に残った p 側コンタクト層 5 i を除く、中間生成体 1 0 0 の上面全体に SiO_2 の絶縁層 7 をスパッタリング等によって積層した後、p 側コンタクト層 5 i 及び絶縁層 7 上に、Pd、Pt、Au、若しくは Ni の何れか、又はそれらを組み合わせた合金を、約 200 nm の厚さで蒸着することでオーミック電極層 (p 側電極層) 8 を形成し、更にオーミック電極層 8 上の全面に、厚さ約 200 nm の Au から成る融着金属層 4 a を蒸着によって形成することで、最終的な中間生成体 1 0 0 を作製する。

【0086】

次に、中間生成体 2 0 0 については、まず、図 7 (a) に示すように、n 型 GaAs (001) 基板 1 3 上に、MOCVD 法により、レーザ発振部 9 を形成するための AlGaInP 系薄膜を積層する。

【0087】

すなわち、上述の n 型 GaAs 基板 1 3 上に、Si をドーピングして n 型化した n 型 GaAs から成る厚さ約 $0.5 \mu\text{m}$ のバッファ層 9 a、n 型 $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成る厚さ約 $1.2 \mu\text{m}$ の n 型クラッド層 9 b、GaInP と AlGaInP とから成る歪量子井戸構造の活性層 9 c、Zn をドーピングして p 型化した $\text{Al}_{0.35}\text{Ga}_{0.15}\text{In}_{0.5}\text{P}$ から成る厚さ約 $1.2 \mu\text{m}$ の p 型クラッド層 9 d、p 型 $\text{Ga}_{0.51}\text{In}_{0.49}\text{P}$ から成る厚さ約 $0.05 \mu\text{m}$ の通電層 9 e、p 型 GaAs から成る厚さ約 $0.2 \mu\text{m}$ の p 側コンタクト層 9 f をその順番で積層する。

【0088】

次に、図 7 (b) に示すように、中間生成体 2 0 0 の p 側コンタクト層 9 f 上に、図 6 (c) (d) に示したリッジ導波路 6 と同じ間隔で、複数個分のリッジ導波路 1 0 (図 5 参照) の形状に合わせたマスク 2 0 1 を形成し、マスク 2 0 1

より露出している部分を反応性イオンエッチング（R I E）によって除去する。

【 0 0 8 9 】

ここで、図 7（c）に示すように、p 型クラッド層 9 d が約 $0.2\ \mu\text{m}$ 程度の厚さとなる深さまでエッチングを行うことによって、形成すべきレーザ発振部 9 の間隔と同じ間隔で、p 型クラッド層 9 d より突出するストライプ形状のリッジ導波路 1 0 を複数個形成し、そしてマスク 2 0 1 を除去する。

【 0 0 9 0 】

次に、複数個分のレーザ発振部 9 を形成すべき領域 W にマスク（図示略）を形成し、当該マスクより露出している部分をウェットエッチングによって除去する。具体的には、マスキングすべき領域 W の幅を約 $200\ \mu\text{m}$ 程度に設定し、硫酸：過酸化水素水：水の比を 4：1：1 としたエッチャントでエッチングする。

【 0 0 9 1 】

ここで、図 7（d）の斜視図にて示すように、n 型 G a A s 基板 1 3 の比較的深い部分までエッチングして、n 型 G a A s 基板 1 3 に $\langle 110 \rangle$ 方向に沿った溝部 2 0 2 を形成すると共にレーザ発振部 9 を形成し、上述の領域 W に形成したマスク（図示略）を除去する。

【 0 0 9 2 】

次に、図 8（a）に示すように、リッジ導波路 1 0 上の p 側コンタクト層 9 f を除く、レーザ発振部 9 と n 型 G a A s 基板 1 3 上に、 SiO_2 の絶縁層 1 1 をスパッタリング等によって積層する。

【 0 0 9 3 】

次に、図 8（b）に示すように、p 側コンタクト層 9 f 及び絶縁層 1 1 上に、T i、P t、C r、A u 若しくは A u-Z n の何れか、又はそれらを組み合わせた合金を約 $200\ \text{nm}$ の厚さで蒸着することでオーミック電極層（p 側電極層）1 2 を積層すると共に、厚さ約 $1\ \mu\text{m}$ の S n から成る融着金属層 4 b を更に積層する。

【 0 0 9 4 】

こうして、中間生成体 1 0 0，2 0 0 を作製すると、図 6（d）に示した中間生成体 1 0 0 は、図 2（a）に示したのと同様の構造を有し、図 8（b）に示し

た中間生成体200は、図2(b)に示したのと同様の構造を有することとなる。

【0095】

つまり、図2(a)中、点線のハッチングで表されているレーザー発振部5は、図6(d)に示したGa_{0.9}N_{0.1}系薄膜5a~5iとリッジ導波路6を有した構造となり、図2(b)中、点線のハッチングで表されているレーザー発振部9は、図8(b)に示したAlGaInP系薄膜9a~9fとリッジ導波路10を有した構造となる。

【0096】

次に、図6(d)と図8(b)に示した中間生成体100、200のリッジ導波路6、10を向かい合わせるようにして、融着金属層4aと4bとを接触させることで、図2(c)に示したのと同様に、中間生成体100、200を組み合わせる。更に、後述の劈開を行った場合に、Ga_{0.9}N_{0.1}系薄膜5a~5iの劈開面(1-100)とAlGaInP系薄膜9a~9fの劈開面(110)が一致するように、中間生成体100、200を組み合わせる。更に又、後述の劈開等をして個々の半導体レーザー装置1に分割する際、個々の半導体レーザー装置1のレーザー発振部5におけるレーザー光の出射端とレーザー発振部9におけるレーザー光の出射端とが近接するように、予め中間生成体100、200を組み合わせる。

【0097】

そして、図2(c)に示したのと同様の状態で、中間生成体100、200を所定の付勢力で圧接させ、約300℃で全体を加熱した後、除熱する。これにより、Auの融着金属層4aとSnの融着金属層4bが融着し、AuとSnの合金から成る融着金属層4が生成され、更に除熱によって融着金属層4が固化することで、中間生成体100、200とが一体に固着した中間生成体300が作製される。

【0098】

次に、図3(a)に示したのと同様に、サファイア基板14の背面側より、サファイア基板14を透過しGa_{0.9}N_{0.1}系化合物半導体で吸収される光を照射する。尚、本実施例では、YAGレーザーの4倍波(波長266nm)を所定の集光レンズ

で絞り、高エネルギーの光にしてサファイア基板 1 4 の背面側より、レーザ発振部 5 のサファイア基板 1 4 とレーザ発振部 5 との接合部近傍の部分へ照射する。

【0 0 9 9】

このように光を照射すると、波長 2 2 6 n m の光は、サファイア基板 1 4 中で殆ど吸収されずに透過し、上述の接合部近傍において、僅かな浸透深さで吸収される。更に、サファイア基板 1 4 と G a N の間に大きな格子不整合があることから、接合部近傍の G a N には極めて多くの結晶欠陥が存在する。このため、吸収された光は殆ど熱に変換され、接合部近傍のバッファ層 5 a 等が高温に加熱され、G a N が金属ガリウムと窒素に分解する。

【0 1 0 0】

ここで、融着金属層 4 が形成されていない領域に隙間 R が生じているため、上述の G a N が分解することで生じるガスによって、その隙間 R に面しているオーミック電極層 1 2 と絶縁膜 1 1 とレーザ発振部 5 の一部が、隙間 R 等に崩落等する。このため、レーザ発振部 5 は、隙間 R を境にして、複数のレーザ発振部 5 に分離される。

【0 1 0 1】

レーザ発振部 5 と融着金属層 4 の接している領域では、レーザ発振部 5 とサファイア基板 1 4 は、金属ガリウムによる弱い結合状態にあるため、ガリウムの融点温度より高い約 3 0 ℃ の温度で中間生成体 3 0 0 を加熱することによって、サファイア基板 1 4 を中間生成体 3 0 0 から剥離する。

【0 1 0 2】

このようにサファイア基板 1 4 を剥離すると、隙間 R を境にして分離された個々のレーザ発振部 5 が、レーザ発振部 9 側へ貼り替えられると共に、個々のレーザ発振部 5 の剥離面側が露出する。更に、n 型 G a A s 基板 1 3 の溝部 2 0 2 に応じて凹状の断面に形成されている融着金属層 4 の部分が、レーザ発振部 5, 9 の横側に露出する。別言すれば、融着金属層 4 のうち隙間 R を生じさせる部分が露出する。

【0 1 0 3】

次に、上述のサファイア基板 1 4 を剥離した中間生成体 3 0 0 を、純水中で超

音波洗浄し、崩落等したレーザ発振部 5 の一部分を除去した後、約 3 分間、希塩酸中に浸すことで、サファイア基板 1 4 の剥離されたレーザ発振部 5 の剥離面に残留した金属ガリウムを除去すると共に、中間生成体 3 0 0 全体を洗浄する。

【 0 1 0 4 】

次に、上述の洗浄後、図 4 (a) に示したのと同様に、各レーザ発振部 5 の露出面 (n 型 G a N となっている面) に、 T i 、 A l 若しくは A u の何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極 P 1 を蒸着等によって形成すると共に、 n 型 G a A s 基板 1 3 の下端に、 A u G e 又は N i 又は A u 若しくはこれらの組み合わせから成るオーミック電極 P 2 を蒸着等によって形成する。

【 0 1 0 5 】

次に、図 4 (b) に示したのと同様に、リッジ導波路 6 , 1 0 の長手方向に沿って中間生成体 3 0 0 を所定長さずつ劈開する。ここで、 G a N 系薄膜の積層構造を有して形成されているレーザ発振部 5 の劈開面である (1 - 1 0 0) 面に沿って劈開すると共に、一方の劈開面に誘電体薄膜等の高反射コーティングを施すことによって、レーザ共振器を構成する。

【 0 1 0 6 】

次に、図 4 (c) に示したのと同様に、融着金属層 4 の露出部 4 R に沿ってスクライブすることにより、図 5 に示した構造を有する個々の半導体レーザ装置 1 を作製する。

【 0 1 0 7 】

このように本実施例の半導体レーザ装置 1 によれば、図 5 に示したように、レーザ発振部 5 , 9 を厚さの小さい融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、これらレーザ発振部 5 , 6 における発光点間隔を小さくすることができる。

【 0 1 0 8 】

更に、本実施例によれば、融着金属層 4 の露出部 4 R がレーザ発振部 5 , 9 の外側に延在して露出しているので、駆動電流を供給するためのコンタクトを容易にとることが可能となっている。

【 0 1 0 9 】

また、融着金属層 4 は、レーザ発振部 5，9 に駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極（コモン電極）としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極やリード線の数低減することができる。

【0 1 1 0】

更に、本実施例の製造方法によれば、第 1，第 2 の発光素子 2，3 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0，2 0 0 を融着金属層 4 によって固着した後、劈開及びスクライビング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割するので、発光素子 2，3 の発光点間隔の最適化制御を、中間生成体 1 0 0，2 0 0 を固着する際に一括して行うことができると共に、高精度で位置合わせすることができる。

【0 1 1 1】

更に、レーザ発振部 5，9 のリッジ導波路 6，1 0 側が融着金属層 4 に近接して設けられており、且つ、融着金属層 4 の一部が外側に延在して露出した構造となっているため、レーザ発振部 5，9 に生じる熱を効率良く放熱することができる。

【0 1 1 2】

また、本実施例の半導体レーザ装置 1 を、CD や DVD その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載すると、発光点間隔が小さいことから、第 1，第 2 の発光素子 2，3 の各発光点を共に光ピックアップの光学系の光軸に高精度で位置合わせことができ、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【0 1 1 3】

〈第 2 の実施例〉

次に、第 1 の実施形態に係る第 2 の実施例を図 9 を参照して説明する。なお、図 9 は本実施例の半導体レーザ装置の構造を表した縦断面図であり、図 5 と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0 1 1 4】

図 9 において、本半導体レーザ装置は、第 1 の実施例に対する変形例に相当するものであり、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板（

サブマウント) 4 0 0 に、図 5 に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【0 1 1 5】

支持基板 4 0 0 は、段差を有する段付き形状に形成され、低位置の端面（以下「第 1 の端面」という）に融着電極層 P 11、高位置の端面（以下「第 2 の端面」という）に融着電極層 P 31 が夫々形成されている。

【0 1 1 6】

第 1 の端面と第 2 の端面との高さの差は、第 1 の発光素子 2 に形成されている下地層 5 b から融着金属層 4 の露出部 4 R までの高さの差とほぼ同じに設定されており、蒸着等によって、導電率及び熱伝導率の高い金属を第 1 の端面と第 2 の端面上に積層することにより、上述の融着電極層 P 11 と P 31 が形成されている。

【0 1 1 7】

更に、下地層 5 b と融着電極層 P 11 とが A u 等から成るオーミック電極層 1 0 2 を介して電氣的に固着されると共に、融着金属層 4 の露出部 4 R と融着電極層 P 31 とが電氣的に固着され、更に融着電極層 P 11、P 31 の一端に、駆動電流供給用のリード線 L 11、L 31 が夫々接続されている。

【0 1 1 8】

そして、リード線 L 11 と L 31 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着電極層 P 11、P 31 とオーミック電極層 1 0 2 及び融着金属層 4 を流れると共に、リッジ導波路 6 によって狭窄された電流がレーザ発振部 5 中の活性層 5 e に流入することで光が発生し、第 1 の発光素子 2 から波長 4 0 5 n m 帯のレーザ光が出射される。

【0 1 1 9】

また、リード線 L 31 と、G a A s 基板 1 3 上のオーミック電極 P 2 に接続されているリード線 L 2 とを通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着電極層 P 2 と融着金属層 4 を流れると共に、リッジ導波路 1 0 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の活性層 9 c に流入することで光が発生し、第 2 の発光素子 3 から波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【0 1 2 0】

このように、本実施例の半導体レーザ装置によれば、段差を有する支持基板 400 に、第 1、第 2 の発光素子 2、3 のレーザ発振部 5、9 が固着されているので、レーザ発振部 5、9 の発光に際して生じる両者の熱を効率良く放熱することができる。

【0121】

特に、レーザ発振部 9 は熱伝導の低い AlGaInP 系レーザであり、更に支持基板 400 から離れて位置していることから、レーザ発振部 9 に生じる熱を効率良く放熱する必要があるが、融着金属層 4 の露出部 4R を通じて支持基板 400 側へ放熱する第 1 の放熱経路と、融着金属層 4 及びレーザ発振部 5 を通じて支持基板 400 側へ放熱する第 2 の放熱経路との 2 つの放熱経路によって、レーザ発振部 9 に生じる熱を効率良く放熱することが可能である。

【0122】

つまり、レーザ発振部 9 のほぼ全体が熱伝導率の良好な融着金属層 4 に囲まれており、且つ融着金属層 4 の露出部 4R が支持基板 400 上の融着金属層 P31 に接続されているので、上述の第 1 の放熱経路によって、レーザ発振部 9 に生じる熱を支持基板 400 側へ効率良く放熱することができる。更に、融着金属層 4 と支持基板 400 の間に存在するレーザ発振部 5 は極めて薄く、且つレーザ発振部 5 には従来技術で説明したような基板が設けられてないため、レーザ発振部 9 に生じる熱を融着金属層 4 及びレーザ発振部 5 を通じて（すなわち上述の第 2 の放熱経路を通じて）、支持基板 400 側へ効率良く放熱することができる。

【0123】

このように、本実施例の半導体レーザ装置は、図 5 に示した半導体レーザ装置 1 を単に支持基板 400 に取り付けたというものではなく、優れた放熱効果を実現する構造となっている。

【0124】

更に、本実施例によれば、融着金属層 4 の一部分（すなわち、露出部 4R）がレーザ発振部 5、9 の外部に露出しているため、支持基板 400 と半導体レーザ装置 1 とを容易に固着することができ、製造工程の簡素化等を実現することができる。

【 0 1 2 5 】

更に、第 1 の実施例で説明したのと同様に、第 1 の発光素子 2 のレーザ発振部 5 と第 2 の発光素子 3 のレーザ発振部 9 とを厚さの小さい融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、レーザ発振部 5, 9 の発光点間隔を小さくすることができ、例えば CD や DVD その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに好適な半導体レーザ装置を提供することができる。

【 0 1 2 6 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、本発明の第 2 の実施形態を図 1 0 ないし図 1 2 を参照して説明する。

【 0 1 2 7 】

図 1 0 (a) は、本実施形態の半導体レーザ装置の外部構造を表した斜視図、図 1 0 (b) は、図 1 0 (a) に示した半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図 1 1 と図 1 2 は、本半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。なお、図 1 0 ないし図 1 2 において、図 1 ないし図 3 と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【 0 1 2 8 】

図 1 0 (a) (b) において、この半導体レーザ装置 1 は、第 1 の実施の形態と同様に、青色ないし紫外域（短波長）のレーザ光を出射するレーザ発振部 5 を有した第 1 の発光素子 2 と、それより長波長（例えば、波長 6 0 0 n m 帯～7 0 0 n m 帯）のレーザ光を出射するレーザ発振部 9 を有した第 2 の発光素子 3 とが融着金属層 4 によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【 0 1 2 9 】

レーザ発振部 5 は、アルミニウム (A l) 、ガリウム (G a) 、インジウム (I n) のうち少なくとも 1 種と窒素 (N) とを含む窒化物 III - V 族化合物半導体から成り、多重量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (D H) と、融着金属層 4 側に形成されたリッジ導波路 6 を備えて形成されている。

【 0 1 3 0 】

具体的に述べれば、例えばレーザ発振部 5 は、図 5 に示したレーザ発振部 5 と同様の構造を有しており、下地層 5 b、n 型クラッド層 5 c、n 型ガイド層 5 d、活性層 5 e、電子障壁層 5 f、p 型ガイド層 5 g、p 型クラッド層 5 h、p 側コンタクト層 5 i とがその順番で積層された積層構造を有し、p 側コンタクト層 5 i と p 型クラッド層 5 h の一部がエッチング等によって除去されることで、ストライプ形状のリッジ導波路 6 が形成されている。

【0131】

そして、レーザ発振部 5 は絶縁層 7 とオーミック電極層 8 を介して融着金属層 4 に固着され、また、レーザ発振部 5 の表面にオーミック電極 P 1 が形成されている。

【0132】

レーザ発振部 9 は、アルミニウム (A l)、ガリウム (G a)、インジウム (I n) のうち少なくとも 1 種と砒素 (A s)、リン (P)、アンチモン (S b) のうち少なくとも 1 種とを含む III-V 族化合物半導体から成り、歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (D H) と、融着金属層 4 側に形成されたリッジ導波路 1 0 を備えて形成されている。

【0133】

具体的に述べれば、例えばレーザ発振部 9 は、図 5 に示したレーザ発振部 9 と同様の構造を有しており、n 型 G a A s 基板 1 3 上に、バッファ層 9 a、n 型クラッド層 9 b、活性層 9 c、p 型クラッド層 9 d、通電層 9 e、p 側コンタクト層 9 f とがその順番で積層された積層構造を有している。

【0134】

そして、p 側コンタクト層 9 f と通電層 9 e 及び p 型クラッド層 9 d の一部がエッチング等によって除去されることでストライプ形状のリッジ導波路 1 0 が形成されている。

【0135】

なお、図 5 に示したレーザ発振部 9 は、n 型 G a A s 基板 1 3 上の一部分に形成されているのに対し、本実施形態のレーザ発振部 9 は、図 1 0 (a) (b) に

示すように、 n 型GaAs基板13上の全面に積層された構造となっており、リッジ導波路10側に積層された絶縁層11及びオーミック電極層12を介して融着金属層4に固着されている。

【0136】

更に、図10(a)(b)に示すように、第1の発光素子2の横幅に較べて第2の発光素子3の横幅の方が大きい分、オーミック電極層12が融着金属層4の外に延在して露出おり、その露出部12Rにオーミック電極P3が形成されている。また、 n 型GaAs基板13の下端にはオーミック電極P2が形成されている。

【0137】

そして、オーミック電極P1とP3を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層12及び融着金属層4中を流れると共に、リッジ導波路6によって狭窄された電流がレーザ発振部5中の上述の活性層に流入することで光が発生する。更にリッジ導波路6の両端に形成されている劈開面（鏡面）により構成されているレーザ共振器の作用によって、上述の短波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【0138】

オーミック電極P2とP3を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層12中を流れると共に、リッジ導波路10によって狭窄された電流がレーザ発振部9中の上述の活性層に流入することで光が発生する。更にリッジ導波路10の両端に形成されている劈開面（鏡面）により構成されているレーザ共振器の作用によって、上述の長波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【0139】

なお、第1、第2の発光素子2、3の片側の劈開端面には高反射コーティングが施されている。

【0140】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置1の製造工程を図11及び図12を参照して説明する。

【0141】

まず、図 1 1 (a) に示すように、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための中間生成体 1 0 0 と、図 1 1 (b) に示すように、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 1 4 2 】

すなわち、図 1 1 (a) において、MOCVD 法等により、例えばサファイア基板 1 4 上に GaN 系半導体より成る複数の半導体薄膜を積層形成することで、上述した多重量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (DH) を形成し、更に活性層より上方に形成したクラッド層の上部を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 6 を所定間隔をおいて並設する。

【 0 1 4 3 】

更に、リッジ導波路 6 を除く上面部分の全体に絶縁層 7 を形成した後、リッジ導波路 6 と絶縁層 7 とを含む全面に、蒸着等によって、例えば Pd、Pt 若しくは Au の何れか又はそれらを組合わせた合金から成るオーミック電極層 8 を積層し、更にオーミック電極層 8 上に、Au から成る融着金属層 4 a を積層する。

【 0 1 4 4 】

かかる製造工程により、第 1 の発光素子 2 を複数個形成することが可能な中間生成体 1 0 0 を作製する。

【 0 1 4 5 】

次に、図 1 1 (b) において、MOCVD 法等により、例えば n 型 GaAs 基板 1 3 上に AlGaInP 系半導体より成る複数の半導体薄膜を積層形成することで、上述した歪量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (DH) を形成した後、当該活性層より上方部分を選択的にエッチング等することで、ストライプ形状の複数のリッジ導波路 1 0 を上述のリッジ導波路 6 と同じ間隔をおいて並設する。

【 0 1 4 6 】

更に、リッジ導波路 1 0 を除く上面部分の全体に絶縁層 1 1 を形成した後、リッジ導波路 1 0 と絶縁層 1 1 とを含む全面に、蒸着等によって、Ti、Pt、Cr、Au 若しくは Au-Zn の何れか又はそれらを組み合わせた合金から成るオ

ーミック電極層 1 2 を積層し、更にリッジ導波路 1 0 を含む所定幅の領域に、S n 等から成る融着金属層 4 b をパターンニングして積層する。

【 0 1 4 7 】

かかる製造工程により、第 2 の発光素子 3 を複数個形成することが可能な中間生成体 2 0 0 を作製する。

【 0 1 4 8 】

こうして中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を予め作製した後、次に、図 1 2 (a) に示すように、融着金属層 4 a, 4 b を合わせることで、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 1 4 9 】

ここで、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザ装置 1 のレーザ発振部 5 におけるレーザ光の出射端とレーザ発振部 9 におけるレーザ光の出射端とが近接するように、予め中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 1 5 0 】

そして、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱し、融着金属層 4 a, 4 b を融着させた後、除熱する。これにより、融着金属層 4 a, 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 が固着されることで、一体化した中間生成体 3 0 0 が作製される。

【 0 1 5 1 】

次に、図 1 2 (b) において、サファイア基板 1 4 を透過し、窒化物系 III - V 族化合物半導体で吸収される光をサファイア基板 1 4 の背面側から照射する。これによりレーザ発振部 5 のサファイア基板 1 4 との接合部近傍が加熱され、その熱によって当該接合部近傍の半導体薄膜が分解することでサファイア基板 1 4 とレーザ発振部 5 との接合力が弱まり、剥離しやすくなる。

【 0 1 5 2 】

更に、融着金属層 4 が形成されない領域に隙間 R が生じているため、上述の半導体薄膜が分解することで生じるガスによって、その隙間 R に面しているオーミック電極層 1 2 と絶縁層 1 1 とレーザ発振部 5 の一部分が、隙間 R 内に崩落等す

る。このため、レーザ発振部 5 は、隙間 R を境にして、複数個のレーザ発振部 5 に分離される。

【0153】

次に、図 1 2 (c) に示すように、サファイア基板 1 4 を中間生成体 3 0 0 から剥離する。このようにサファイア基板 1 4 を剥離すると、隙間 R を境にして分離された個々のレーザ発振部 5 がレーザ発振部 9 側へ貼り替えられると共に、個々のレーザ発振部 5 の剥離面側が露出し、更に、オーミック電極層 1 2 の一部分が隙間 R によって露出する。

【0154】

次に、上述のサファイア基板 1 4 を剥離した中間生成体 3 0 0 を、例えば純水中で超音波洗浄し、崩落等したレーザ発振部 5 の一部の破片を除去した後、約 3 分間、希塩酸中に浸すことで、レーザ発振部 5 とオーミック電極層 1 2 の露出面上の金属ガリウムを除去すると共に、中間生成体 3 0 0 全体を洗浄する。

【0155】

次に、上述の洗浄後、レーザ発振部 5 の露出している表面に、Ti、Al 若しくは Au の何れか又それらを組み合わせた合金等から成るオーミック電極 P 1 を蒸着等によって形成すると共に、n 型 GaAs 基板 1 3 の下端に、Ni、Au 若しくは Au-Ge の何れか又はそれらを組み合わせた合金等から成るオーミック電極 P 2 を蒸着等によって形成し、更に、オーミック電極層 1 2 の露出部 1 2 R に、Au 等から成るオーミック電極 P 3 を蒸着等によって形成する。

【0156】

次に、上述のオーミック電極 P 1, P 2, P 3 を形成した後、リッジ導波路 6, 1 0 の垂直方向に中間生成体 3 0 0 を所定間隔で劈開する。

【0157】

ここで、例えば GaN 系薄膜の積層構造を有して形成されているレーザ発振部 5 の劈開面である (1-100) 面に沿って劈開すると共に、片側の劈開面に誘電体薄膜等の高反射コーティングを施すことによって、レーザ共振器を構成する。すなわち、図 4 (b) に示したのと同様の劈開を行う。

【0158】

次に、上述の隙間 R に相当する夫々の所定部分、例えば図 1 2 (c) 中、2 点鎖線にて示す部分に沿って、レーザ発振部 9 及び n 型 G a A s 基板 1 3 側をスクライプすることによって分割し、図 1 0 (a)、(b) に示した個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【 0 1 5 9 】

このように本実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、図 1 0 (a) (b) に示したように、厚さを小さくして形成することが可能な融着金属層 4 の介在によってレーザ発振部 5, 9 を固着する構造となっているため、発光点間隔を小さくすることができる。そして、C D や D V D その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載することにより、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【 0 1 6 0 】

また、第 1 の実施形態では、図 1 (a) (b) に示したように、融着金属層 4 の断面を凹凸形状にすべく、エッチング等によってレーザ発振部 9 を凸状に形成しているが、本第 2 の実施形態の半導体レーザ装置 1 は、図 1 0 (a) (b) に示すように、レーザ発振部 9 をいわゆる平坦形状のままとしているので、より製造工程の簡素化等を実現することができる。

【 0 1 6 1 】

更に、オーミック電極層 1 2 の一端がレーザ発振部 5, 9 の外側に延在している露出部 1 2 R が存在するため、駆動電流を供給するためのコンタクトを容易にとることが可能となっている。また、オーミック電極層 1 2 は、レーザ発振部 5, 9 に駆動電流を供給するためのいわゆる共通電極（コモン電極）としての機能を発揮するので、駆動電流供給用の電極の数を低減することができる。

【 0 1 6 2 】

更に、本実施形態の製造方法によれば、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 とを融着金属層 4 によって固着することで一体化した中間生成体 3 0 0 を作製した後、その中間生成体 3 0 0 を劈開及びスクライピング等によって個々の半導体レーザ装置 1 に分割するので、半導体製造工程において中間生成体 1 0 0, 2 0 0 とを融着金属層 4 によって固着する際、その後分割されることとなる個々の半導体レーザ

装置 1 における発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができると共に、各発光点の位置合わせを高精度で行うことができる。そして、発光点間隔の最適化制御を一括して行うことができることで、量産性の向上、品質の均一化等を図ることができる。

【 0 1 6 3 】

〈第 3 の実施例〉

次に、第 2 の実施形態に係る実施例を図 1 3 を参照して説明する。なお、図 1 3 は本実施例の半導体レーザ装置の構造を表した断面図であり、図 1 0 (a) (b) と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【 0 1 6 4 】

図 1 3 において、本半導体レーザ装置は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板 (サブマウント) 5 0 0 上に、図 1 0 (a) (b) に示した半導体レーザ装置 1 を固着した構造となっている。

【 0 1 6 5 】

支持基板 5 0 0 は、融着電極層 P 1 2 が形成された第 1 の端面と、融着電極層 P 3 2 が形成された第 2 の端面とを有し、第 1 の端面が第 2 の端面より低位置となるような段付き形状に形成されている

ここで、上述の第 1 の端面と第 2 の端面との高さの差は、図 1 2 (c) に基づいて説明したサファイア基板 1 4 を剥離した際に生じるレーザ発振部 5 の露出面からオーミック電極層 1 2 の露出面までの高さの差とほぼ同じに設定されており、蒸着等によって、導電率及び熱伝導率の高い金属を第 1 の端面と第 2 の端面上に積層することにより、融着電極層 P 1 2 と P 3 2 が形成されている。

【 0 1 6 6 】

更に、レーザ発振部 5 の上述の露出面と融着電極層 P 1 2 が、Au 等から成るオーミック電極層 1 0 3 を介して電氣的に固着されると共に、オーミック電極層 1 2 の露出面と融着電極層 P 3 2 とが電氣的に固着され、更に融着電極層 P 1 2, P 3 2 の一端に、駆動電流供給用のリード線 L 1 2, L 3 2 が夫々接続されている。

【 0 1 6 7 】

そして、リード線 L 1 2 と L 3 2 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 6

によって狭窄された電流がレーザ発振部 5 中の活性層に流入することで光が発生し、第 1 の発光素子 2 から青色ないし紫外域のいわゆる短波長（例えば、波長 400 nm 帯）のレーザ光が出射される。

【0168】

また、リード線 L32 と、GaAs 基板 13 上のオーミック電極 P2 に接続されているリード線 L2 とを通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 10 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の活性層に流入することで光が発生し、第 2 の発光素子 3 から赤色（例えば、波長 600 nm 帯～700 nm 帯）のレーザ光が出射される。

【0169】

このように本実施例の半導体レーザ装置によれば、段付き形状すなわち段差を有する支持基板 500 に、第 1、第 2 の発光素子 2、3 のレーザ発振部 5、9 が固着されているので、レーザ発振部 5、9 の発光に際して生じる熱を効率良く放熱することができる。

【0170】

特に、レーザ発振部 9 は熱伝導の低い AlGaInP 系レーザであり、更に支持基板 400 から離れて位置していることから、レーザ発振部 9 に生じる熱を効率良く放熱する必要があるが、オーミック電極層 12 の露出部 12 を通じて支持基板 400 側へ放熱する第 1 の放熱経路と、融着金属層 4 及びレーザ発振部 5 を通じて支持基板 400 側へ放熱する第 2 の放熱経路との 2 つの放熱経路によって、レーザ発振部 9 に生じる熱を効率良く放熱することが可能である。

【0171】

更に、第 2 の実施形態で説明したのと同様に、レーザ発振部 5、9 を厚さの小さい融着金属層 4 の介在によって固着する構造となっているため、レーザ発振部 5、9 の発光点間隔を小さくすることができ、例えば CD や DVD その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに好適な半導体レーザ装置を提供することができる。

〔第 3 の実施の形態〕

次に、本発明の第 2 の実施形態を図 14 ないし図 17 を参照して説明する。

【0172】

図14 (a) は、本実施形態の半導体レーザ装置の外部構造を表した斜視図、図14 (b) は、図14 (a) に示した半導体レーザ装置の断面構造を表した図である。図15と図16は、本半導体レーザ装置の製造工程を表した図である。図17は、本実施形態の変形した態様を示した断面図である。

【0173】

なお、図14ないし図17において、図1ないし図3と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0174】

図14 (a) (b) において、この半導体レーザ装置1は、第1の実施の形態と同様に、短波長（例えば、波長400nm帯）のレーザ光を出射するレーザ発振部5を有した第1の発光素子2と、それより長波長（例えば、波長600nm帯～700nm帯）のレーザ光を出射するレーザ発振部9を有した第2の発光素子3とが融着金属層4によって一体に固着されたハイブリッド構造を有している。

【0175】

レーザ発振部5は、アルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、インジウム (In) のうち少なくとも1種と窒素 (N) とを含む窒化物III-V族化合物半導体から成る多重量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された2つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (DH) と、融着金属層4側に形成されたリッジ導波路6を備えて形成されている。

【0176】

具体的に述べれば、例えばレーザ発振部5は、図5に示したレーザ発振部5と同様の構造を有しており、下地層5b、n型クラッド層5c、n型ガイド層5d、活性層5e、電子障壁層5f、p型ガイド層5g、p型クラッド層5h、p側コンタクト層5iとがその順番で積層された積層構造を有し、p側コンタクト層5iとp型クラッド層5hの一部がエッチング等によって除去されることで、ストライプ形状のリッジ導波路6が形成されている。

【0177】

そして、レーザ発振部 5 は、絶縁層 7 とオーミック電極層 8 を介して融着金属層 4 に固着され、また、レーザ発振部 5 の表面にオーミック電極 P 1 が形成されている。

【0178】

レーザ発振部 9 は、アルミニウム (A l)、ガリウム (G a)、インジウム (I n) のうち少なくとも 1 種と砒素 (A s)、リン (P)、アンチモン (S b) のうち少なくとも 1 種とを含む III-V 族化合物半導体より成る歪量子井戸構造の活性層及びその活性層を挟むようにして積層された 2 つのクラッド層とを備えた二重ヘテロ構造 (D H) と、融着金属層 4 側に形成されたリッジ導波路 1 0 を備えて形成されている。

【0179】

具体的に述べれば、例えばレーザ発振部 9 は、図 5 に示したレーザ発振部 9 と同様の構造を有しており、基板 1 3 上に、バッファ層 9 a、n 型クラッド層 9 b、活性層 9 c、p 型クラッド層 9 d、通電層 9 e、p 側コンタクト層 9 f とがその順番で積層された積層構造を有している。また、p 側コンタクト層 9 f と通電層 9 e 及び p 型クラッド層 9 d の一部がエッチング等によって除去されることでストライプ形状のリッジ導波路 1 0 が形成されている。

【0180】

そして、レーザ発振部 9 は、絶縁層 1 1 とオーミック電極層 1 2 を介して融着金属層 4 に固着され、また、n 型 G a A s 基板 1 3 の下端にオーミック電極 P 2 が積層されている。

【0181】

ここで、本実施形態の半導体レーザ装置 1 は、第 1 の実施形態の半導体レーザ装置 1 と次の点で構造が相異している。

【0182】

第 1 の実施形態の半導体レーザ装置 1 は、図 1 (a) (b) に示したように、基板 1 3 の一部分にレーザ発振部 9 が形成されると共に、そのレーザ発振部 9 とレーザ発振部 9 の形成されていない基板 1 3 上に融着金属層 4 が形成されることで、融着金属層 4 の断面が凹凸形状となっている。

【0183】

そして、その融着金属層4のうち断面が凹状の部分が、レーザ発振部5、9より外側に延在して露出しており、その露出した部分が露出部4Rを形成している。

【0184】

これに対し、本実施形態の半導体レーザ装置1は、図14(a)(b)に示すように、レーザ発振部9が基板13上の全面に積層され、更に、そのレーザ発振部9の全面上に融着金属層4が積層されている。

【0185】

そして、その融着金属層4のうち、レーザ発振部5の外側に張り出すように延在した部分が露出部分4Rを形成している。

【0186】

このように本実施形態の半導体レーザ装置1は、第1の実施形態の半導体レーザ装置1とは異なった構造を有している。

【0187】

そして、オーミック電極P1とP3を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層8及び融着金属層4中を流れると共に、リッジ導波路6によって狭窄された電流がレーザ発振部5中の上述の活性層に流入することで光が発生する。更にリッジ導波路6の両端に形成されている劈開面（鏡面）により構成されているレーザ共振器の作用によって、上述の短波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【0188】

オーミック電極P2とP3を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流がオーミック電極層12及び融着金属層4中を流れると共に、リッジ導波路10によって狭窄された電流がレーザ発振部9中の上述の活性層に流入することで光が発生する。更にリッジ導波路10の両端に形成されている劈開面（鏡面）により構成されているレーザ共振器の作用によって、上述の長波長のレーザ光が劈開面から出射される。

【0189】

なお、図 1 4 (a) (b) に表されている第 1, 第 2 の発光素子 2, 3 の片側の劈開端面に、高反射コーティングが施されている。

【 0 1 9 0 】

次に、かかる構造を有する半導体レーザ装置 1 の製造工程を図 1 5 及び図 1 6 を参照して説明する。

【 0 1 9 1 】

まず、図 1 5 (a) に示すように、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成するための中間生成体 1 0 0 と、図 1 5 (b) に示すように、複数個の第 2 の発光素子 3 を形成するための中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 1 9 2 】

すなわち、図 1 5 (a) において、MOCVD 法等により、例えばサファイア基板 1 4 上に GaN 系半導体より成る複数の半導体薄膜を積層形成することで、上述した多重量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造 (DH) を形成し、更に当該活性層より上方部分を選択的にエッチング等することでストライプ形状の複数のリッジ導波路 6 を所定間隔をおいて並設する。

【 0 1 9 3 】

更に、リッジ導波路 6 を除く上面部分の全体に絶縁層 7 を形成した後、リッジ導波路 6 を含む所定幅 (レーザ発振部 5 の横幅に相当する幅) の領域に、蒸着等によって、例えば Pd、Pt 若しくは Au の何れか、又はそれらを組み合わせた合金のオーミック電極層 8 と Au から成る融着金属層 4 a をパターンニングして順に積層する。

【 0 1 9 4 】

かかる製造工程により、第 1 の発光素子 2 を複数個形成することが可能であって、オーミック電極層 8 と融着金属層 4 a とが形成されていない領域において絶縁層 7 が露出した中間生成体 1 0 0 を作製する。

【 0 1 9 5 】

次に、図 1 4 (b) において、MOCVD 法等により、例えば n 型 GaAs 基板 1 3 上に AlGaInP 系半導体より成る複数の半導体薄膜を積層形成することで、上述した歪量子井戸構造の活性層とクラッド層とを有した二重ヘテロ構造

(DH) を形成した後、活性層の上側のクラッド層を選択的にエッチング等することで、ストライプ形状の複数のリッジ導波路 1 0 を上述のリッジ導波路 6 と同じ間隔をおいて並設する。

【 0 1 9 6 】

更に、リッジ導波路 1 0 を除く上面部分の全体に絶縁層 1 1 を形成した後、リッジ導波路 1 0 と絶縁層 1 1 とを含む全面に、蒸着等によって、Ti、Pt、Cr、Au 若しくは Au-Zn の何れか又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極層 1 2 と、Sn 等から成る融着金属層 4 b を順に積層する。

【 0 1 9 7 】

かかる製造工程により、第 2 の発光素子 3 を複数個形成することが可能な中間生成体 2 0 0 を作製する。

【 0 1 9 8 】

このように中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を予め作製した後、次に、図 1 6 (a) に示すように、融着金属層 4 a, 4 b を合わせることで、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 1 9 9 】

ここで、後述の劈開等をして個々の半導体レーザ装置 1 に分割する際、個々の半導体レーザ装置 1 のレーザ発振部 5 におけるレーザ光の出射端とレーザ発振部 9 におけるレーザ光の出射端とが近接するように、予め中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 2 0 0 】

そして、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させた状態で全体を加熱し、融着金属層 4 a, 4 b を融着させた後、除熱する。

【 0 2 0 1 】

これにより、絶縁層 7 が露出している領域を除いて、融着金属層 4 a, 4 b が一体化した融着金属層 4 となり、中間生成体 1 0 0, 2 0 0 が固着されることで一体化した中間生成体 3 0 0 が作製される。

【 0 2 0 2 】

つまり、図 1 5 (b) に示したように、中間生成体 2 0 0 には融着金属層 4 b

がほぼ全体的に形成されているのに対し、中間生成体 1 0 0 には、図 1 5 (a) に示したように、融着金属層 4 a が形成されている領域と絶縁層 7 が露出している領域とが設けられている。

【 0 2 0 3 】

このため、図 1 6 (a) において、融着金属層 4 a, 4 b 同士を圧接させた状態で全体を加熱して除熱すると、絶縁層 7 とそれに対向している融着金属層 4 b の部分が固着することなく一体化した融着金属層 4 が生じる。

【 0 2 0 4 】

次に、図 1 6 (b) において、サファイア基板 1 4 を透過し、窒化物系 III-V 族化合物半導体で吸収される光をサファイア基板 1 4 の背面側から照射する。これによりレーザ発振部 5 のサファイア基板 1 4 との接合部近傍が加熱され、その熱によって当該部分が分解することでサファイア基板 1 4 とレーザ発振部 5 との接合力が弱まり、剥離しやすくなる。

【 0 2 0 5 】

次に、図 1 6 (c) に示すように、サファイア基板 1 4 を中間生成体 3 0 0 から剥離する。

【 0 2 0 6 】

このようにサファイア基板 1 4 を剥離すると、上述の絶縁層 7 が露出していた領域を除いて、レーザ発振部 5 がレーザ発振部 9 側へ貼り替えられることとなる。そのため、絶縁層 7 が露出していた領域を境にしてレーザ発振部 5 が分離され、更に、融着金属層 4 のうち、その露出していた絶縁層 7 に対向していた部分が露出する。

【 0 2 0 7 】

次に、上述のサファイア基板 1 4 を剥離した中間生成体 3 0 0 を、例えば純水中で超音波洗浄し、融着金属層 4 の露出部 4 R 上に残留しているレーザ発振部 5 の一部の破片を除去した後、約 3 分間、希塩酸中に浸すことで、レーザ発振部 5 の露出面上の金属ガリウムを洗浄すると共に、中間生成体 3 0 0 全体を洗浄する。

【 0 2 0 8 】

次に、上述の洗浄後、レーザ発振部 5 の露出している上端に、Ti、Al 若しくは Au の何れか又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極 P 1 を蒸着等によって形成すると共に、n 型 GaAs 基板 1 3 の下端に、Ni、Au 若しくは Au-Ge の何れか又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極 P 2 を蒸着等によって形成する。更に、融着金属層 4 の露出部分に、Au 等から成るオーミック電極 P 3 を蒸着等によって形成する。

【0209】

次に、上述のオーミック電極 P 1，P 2，P 3 を形成した後、リッジ導波路 6，1 0 の垂直方向に沿って中間生成体 3 0 0 を所定間隔で劈開する。

【0210】

ここで、例えば GaN 系薄膜の積層構造を有して形成されているレーザ発振部 5 の劈開面である (1-100) 面に沿って劈開すると共に、片側の劈開面に誘電体薄膜等の高反射コーティングを施すことによって、レーザ共振器を構成する。すなわち、図 4 (b) に示したのと同様の劈開を行う。

【0211】

次に、融着金属層 4 の露出部分、例えば図 1 6 (c) 中、2 点鎖線にて示す部分に沿って、レーザ発振部 9 及び n 型 GaAs 基板 1 3 側をスクライブすることによって分割し、図 1 4 (a) (b) に示した個々の半導体レーザ装置 1 を完成する。

【0212】

このように本第 3 の実施形態の半導体レーザ装置 1 によれば、厚さを小さくすることが可能な融着金属層 4 の介在によって、第 1 の発光素子 2 のレーザ発振部 5 と第 2 の発光素子 3 のレーザ発振部 9 との発光点間隔を小さくすることができる。そして、CD や DVD その他のストレージ媒体に対して情報記録又は情報再生を行う光ピックアップに搭載することにより、収差等の発生を大幅に改善すること等ができる。

【0213】

また、本実施形態の製造方法によれば、図 1 (a) (b) に示した第 1 の実施形態の場合のように、レーザ発振部 9 にエッチング等を施して凹凸状の断面を有

する融着金属層 4 を形成することで、融着金属層 4 を露出させるといった製造工程を必要とせず、より簡素な製造方法を提供することができる。

【 0 2 1 4 】

なお、図 1 7 は、熱伝導率が高く電氣的絶縁性を有したセラミック等の支持基板（サブマウント）6 0 0 上に、図 1 4 （a）（b）に示した本実施形態に係る半導体レーザ装置 1 を固着することで、放熱効果等の向上を図った半導体レーザ装置の構造を示している。

【 0 2 1 5 】

すなわち、支持基板 6 0 0 は、融着電極層 P 13 が形成された第 1 の端面と、融着電極層 P 33 が形成された第 2 の端面とを有し、第 1 の端面が第 2 の端面より所定高さだけ低位置となるような段付き形状に形成されている。

【 0 2 1 6 】

更に、上述のサファイア基板 1 4 を剥離した際に生じるレーザ発振部 5 の露出面に Ti、Al 若しくは Au の何れか、又はそれらを組み合わせた合金から成るオーミック電極層 1 0 4 が形成されている。

【 0 2 1 7 】

そして、オーミック電極層 1 0 4 と融着電極層 P 13 とを融着させると共に、融着金属層 4 と融着電極層 P 33 とを融着させることで、支持基板 6 0 0 に半導体レーザ装置 1 が固着している。

【 0 2 1 8 】

そして、融着電極層 P 13、P 33 に接続された各リード線 L 13、L 33 を通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 6 によって狭窄された電流がレーザ発振部 5 中の活性層に流入することで光が発生し、第 1 の発光素子 2 から青色ないし紫外域のいわゆる短波長のレーザ光が出射される。

【 0 2 1 9 】

また、リード線 L 33 と、基板 1 3 上のオーミック電極 P 2 に接続されているリード線 L 2 とを通じて駆動電流を供給すると、リッジ導波路 1 0 によって狭窄された電流がレーザ発振部 9 中の活性層に流入することで光が発生し、第 2 の発光素子 3 から赤色（例えば、波長 6 0 0 n m 帯～7 0 0 n m 帯）のレーザ光が出射

される。

【 0 2 2 0 】

〔第 4 の実施の形態〕

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る半導体レーザ装置を図 1 8 を参照して説明する。なお、図 1 8 は、本実施形態の半導体レーザ装置の構造を表した縦断面図であり、図 1 (a) (b) と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【 0 2 2 1 】

図 1 8 において、本半導体レーザ装置は、図 1 (a) (b) に示したレーザ発振部 5 を有する第 1 の発光素子 2 と、レーザ発振部 9 を有する第 2 の発光素子 3 の他、レーザ発振部 7 0 1 を有する第 3 の発光素子 7 0 0 を更に備えた構造となっており、各レーザ発振部 5 , 9 , 7 0 1 から互いに波長の異なるレーザ光を出射する。

【 0 2 2 2 】

ここで、レーザ発振部 5 は、Ga N 系レーザから成り、例えば図 5 を参照して説明した Ga N 系薄膜 5 b ~ 5 i が積層された積層構造を有している。

【 0 2 2 3 】

更に、レーザ発振部 5 のリッジ導波路 6 側に絶縁層 7 が積層され、リッジ導波路 6 と電氣的に接続するオーミック電極層 8 が絶縁層 7 上に積層されている。

【 0 2 2 4 】

レーザ発振部 9 とレーザ発振部 7 0 1 は、Ga A s より成る同一の基板 1 3 上に形成されたモノリシック型の半導体レーザとして形成されており、レーザ発振部 9 は、Al Ga In P 系レーザから成り、例えば図 5 を参照して説明した Al Ga In P 系薄膜 9 a ~ 9 f が積層された積層構造を有している。一方、レーザ発振部 7 0 1 は、Al Ga A s 系レーザから成る。

【 0 2 2 5 】

更に、レーザ発振部 9 , 7 0 1 と基板 1 3 上には、レーザ発振部 9 , 7 0 1 に夫々形成されているリッジ導波路 1 0 , 7 0 2 を除いて絶縁層 1 1 が積層され、更にリッジ導波路 1 0 に電氣的に接続するオーミック電極層 1 2 と、リッジ導波路 7 0 2 に電氣的に接続するオーミック電極層 7 0 3 が絶縁層 1 1 上に積層され

ている。なお、オーミック電極層 1 2 と 7 0 3 は電氣的に接続されていない。

【 0 2 2 6 】

そして、レーザ発振部 5 側に形成されているオーミック電極層 8 と、レーザ発振部 9 側に形成されているオーミック電極層 9 との間に介在する融着金属層 4 によってレーザ発振部 5, 9 が固着されている。

【 0 2 2 7 】

また、レーザ発振部 5 の表面と、基板 1 3 の下端と、融着電極層 4 の露出部 4 R と、オーミック電極層 7 0 3 の一端に、オーミック電極 P 1, P 2, P 3, P 4 がそれぞれ形成されている。

【 0 2 2 8 】

そして、オーミック電極 P 1 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着金属層 4 を通じてレーザ発振部 6 に流れ、リッジ導波路 6 で狭窄される電流がレーザ発振部 6 中の活性層に流入することでレーザ発振が行われ、波長 4 0 5 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 2 9 】

また、オーミック電極 P 2 と P 3 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が融着金属層 4 及び基板 1 3 を通じてレーザ発振部 9 に流れ、リッジ導波路 1 0 で狭窄される電流がレーザ発振部 1 0 中の活性層に流入することでレーザ発振が行われ、波長 6 5 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 3 0 】

また、オーミック電極 P 2 と P 4 を通じて駆動電流を供給すると、その駆動電流が基板 1 3 を通じてレーザ発振部 7 0 1 に流れ、リッジ導波路 7 0 2 で狭窄される電流がレーザ発振部 7 0 1 中の活性層に流入することでレーザ発振が行われ、波長 7 8 0 n m 帯のレーザ光が出射される。

【 0 2 3 1 】

本実施形態の半導体レーザ装置は、次のようにして作製されている。なお、第 1 の実施形態に係る製造方法を説明するのに引用した図 2、図 3、図 4 を参照して説明する。

【 0 2 3 2 】

まず、図 2 (a) (b) に示したのと同様に、複数個の第 1 の発光素子 2 を形成することが可能な中間生成体 1 0 0 と、複数個の第 2, 第 3 の発光素子 3, 7 0 0 を形成することが可能な中間生成体 2 0 0 を予め作製する。

【 0 2 3 3 】

ただし、中間生成体 2 0 0 については、基板 1 3 上に、MOCVD、エッチングその他の半導体製造プロセスによって、AlGaInP 系レーザを積層して成るレーザ発振部 9 と、AlGaAs 系レーザを積層して成るレーザ発振部 7 0 1 とを形成したモノリシック型半導体装置として作成する。ここで、レーザ発振部 9 と 7 0 1 は交互に位置している。

【 0 2 3 4 】

例えば、図 2 (b) において、同図中の右側に位置するレーザ発振部 9 をレーザ発振部 7 0 1 とすることで、左側に位置しているレーザ発振部 9 とそのレーザ発振部 7 0 1 を交互に形成する。更に、レーザ発振部 9 とレーザ発振部 7 0 1 の間の基板 1 3 に、図 2 (b) に示すような溝部を形成した後、リッジ導波路 1 0, 7 0 2 を除いたレーザ発振部 9, 7 0 1 と当該溝部との全面に絶縁層 1 1 を積層する。

【 0 2 3 5 】

そして、リッジ導波路 1 0 と電氣的に接続するオーミック電極層 1 2 及び融着金属層 4 b を、レーザ発振部 9 と上述の溝部上に積層されている絶縁層 1 1 上に蒸着等で形成する。更に、リッジ導波路 7 0 1 と電氣的に接続するオーミック電極層 7 0 3 を、オーミック電極層 1 2 に電氣的に接続しないようにして、レーザ発振部 7 0 1 に積層されている絶縁層 7 0 3 上に蒸着等で形成する。

【 0 2 3 6 】

かかる製造工程により、レーザ発振部 9 上には、絶縁層 1 1 とオーミック電極層 1 2 と融着金属層 4 b が積層されており、レーザ発振部 7 0 1 上には、絶縁層 1 1 とオーミック電極層 7 0 1 が積層され、融着金属層 4 b が積層されていない中間生成体 2 0 0 を予め作製する。また、レーザ発振部 9 が上述の溝部よりも突出して形成されるので、レーザ発振部 9 と上述の溝部とによって生じる段差に応じて、融着金属層 4 b の断面形状は凹凸状になる。

【 0 2 3 7 】

一方、中間生成体 1 0 0 については、図 2 (a) に示したのと同様に、サファイア基板 1 4 上に、リッジ導波路 6 を有するレーザ発振部 5 を形成する。ただし、中間生成体 2 0 0 のレーザ発振部 9 に対応するリッジ導波路 6 のみを形成し、レーザ発振部 7 0 1 に対応するリッジ導波路は形成しない。

【 0 2 3 8 】

例えば、図 2 (a) において、同図中の左側に位置しているリッジ導波路 6 は形成し、右側に位置しているリッジ導波路 6 は形成しないこととする。

【 0 2 3 9 】

そして、リッジ導波路 6 を除くレーザ発振部 5 の全面に絶縁層 7 を形成した後、リッジ導波路 6 に電氣的に接続するオーミック電極層 8 と融着金属層 4 a を順に積層する。

【 0 2 4 0 】

次に、こうして中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を予め作製した後、図 2 (c) に示したのと同様に、中間生成体 2 0 0 に形成されている融着電極層 4 b と中間生成体 1 0 0 に形成されている融着電極層 4 a とを、レーザ発振部 9 とレーザ発振部 5 とが対向するようにして合わせることで、中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を組み合わせる。

【 0 2 4 1 】

更に、中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を所定の付勢力で圧接させた状態で加熱してから除熱することによって、融着電極層 4 a , 4 b を融着させ、一体化した融着電極層 4 を生じさせる。その結果、レーザ発振部 9 とレーザ発振部 5 とが融着電極層 4 の介在によって固着される。

【 0 2 4 2 】

ただし、図 2 (c) には、2 つずつのレーザ発振部 5 とレーザ発振部 9 とが融着金属層 4 によって固着されている状態を示しているが、本実施形態の中間生成体 1 0 0 , 2 0 0 を組み合わせて固着すると、図 2 (c) 中の右側に位置しているレーザ発振部 9 はレーザ発振部 7 0 1 であり、更にそのレーザ発振部 7 0 1 上には融着電極層 4 b が形成されていないので、レーザ発振部 7 0 1 上には隙間が

生じることとなる。

【0 2 4 3】

次に、図3（a）に示したのと同様に、サファイア基板14を透過し、窒化物系III-V族化合物半導体で吸収される光をサファイア基板14の背面側から照射する。これによりレーザ発振部5のサファイア基板14との接合部近傍が加熱され、その熱によって当該部分が分解することでサファイア基板14とレーザ発振部5との接合力が弱まり、剥離しやすくなる。

【0 2 4 4】

更に、図3（a）中の右側に位置しているレーザ発振部9はレーザ発振部701であり、更にそのレーザ発振部701上には融着電極層4bが形成されていないので、隙間が生じており、更に融着電極層4の断面が凹状となっていることにより生じる隙間（図3（a）中の符号Rで示している隙間）も生じている。

【0 2 4 5】

このため、これらの隙間に面しているレーザ発振部5の部分が、上述の照射される光によって加熱されることで分解され崩落等する。

【0 2 4 6】

次に、図3（b）に示されているのと同様に、サファイア基板14を剥離する。これにより、レーザ発振部5がレーザ発振部9側へ貼り替えられると共に、レーザ発振部701側と、融着電極層4の断面が凹状となっている部分とが露出する。

【0 2 4 7】

つまり、本実施形態の中間生成体300では、図4（a）中に示されている右側のレーザ発振部9はレーザ発振部701となるため、そのレーザ発振部701に対応する融着電極層4とレーザ発振部5は存在しない構造となる。

【0 2 4 8】

次に、所定の洗浄処理を行った後、レーザ発振部5におけるサファイア基板14の剥離された端面と、基板13の下端と、融着電極層4の断面が凹状となっている露出部4Rに、オーミック電極P1，P2，P3を夫々形成する。

【0 2 4 9】

次に、図 4 (b) に示したのと同様に、リッジ導波路 6, 10, 702 の垂直方向において所定の間隔で中間生成体 300 を劈開し、更にレーザ共振器を構成すべく劈開面に所定の誘電体薄膜をコーティングする。

【0250】

次に、図 4 (c) に示したのと同様に、中間生成体 300 の所定の部分をスクライブすることで、個々の半導体レーザ装置に分割する。

【0251】

ただし、互いに隣り合うレーザ発振部 10, 701 を一組とし、それらレーザ発振部 10, 701 の両側の位置（基板 13 に形成されている溝部の位置）でスクライブすることによって、個々の半導体レーザ装置に分割し、オーミック電極 P1, P2, P3 を形成することで、図 18 に示した本実施形態の半導体レーザ装置を完成する。

【0252】

このように本実施形態によれば、互いに波長の異なる 3 つのレーザ光を出射する半導体レーザ装置を提供することができる。

【0253】

更に、本実施形態の半導体レーザ装置によれば、モノリシック型の半導体装置として形成される第 2, 第 3 のレーザ発振部 9, 701 の少なくとも一方に、厚さを小さくすることが可能な融着金属層 4 の介在によって第 1 のレーザ発信部 5 が固着されているので、それらのレーザ発振部 5 と 9 におけるレーザ発光点間隔を小さくすることができる。

【0254】

更に、本実施形態の製造方法によれば、図 18 に示したように、レーザ発振部 5, 9 を固着する融着金属層 4 の一部分を、レーザ発振部 5, 9 より外側に露出させて形成することができるため、その露出部 4 R に駆動電流供給用のコンタクトを容易にとることができる。

【0255】

なお、本実施形態の半導体レーザ装置は、図 18 に示した構造に限られるものではない。例えば、図 10 に示した構造の半導体レーザ装置 1 に、本実施形態で

説明した第3の発光素子700を備えた構造のものや、図14に示した構造の半導体レーザ装置1に、本実施形態で説明した第3の発光素子700を備えた構造のものであってもよい。

【0256】

そして、図10に示した構造の半導体レーザ装置1又は図14に示した構造の半導体レーザ装置1に、第3の発光素子700を備える場合、本実施形態の製造方法によれば、第2の発光素子3のレーザ発振部9と第3の発光素子700のレーザ発振部9とをモノリシック型の半導体装置（中間生成体200）として作成し、中間生成体100に形成されている第1の発光素子2のレーザ発振部5を、融着金属層4を介してレーザ発振部9側へ張り替えることができる。

【0257】

よって、図10に示した構造の半導体レーザ装置1又は図14に示した構造の半導体レーザ装置1に第3の発光素子700を備える構造とした場合にも、発光点間隔を小さくすることが可能である。

【0258】

また、以上の本実施形態の説明では、第2の発光素子3のレーザ発振部9側に、融着金属層4を介して第1の発光素子2のレーザ発振部5を張り替える場合を述べたが、第3の発光素子700のレーザ発振部701側に、融着金属層4を介して第1の発光素子2のレーザ発振部5を張り替える構造にしてもよい。

【0259】

また、上述の各実施例において、Au-Sn、Pd-In等からなる融着金属層4からSn、In等がオーミック電極7を通してレーザ発振部5との界面まで拡散し、レーザ発振部5とオーミック電極7の接触抵抗が上昇するのを防ぐために、第1のレーザ発振部5に形成される融着金属層4aとオーミック電極層7との間に、Pt、TiN又はIr等の拡散防止膜を形成することが望ましい。

【0260】

また、上述の各実施例において、第2のレーザ発振部9に形成されるオーミック電極層12と融着金属層4bとの間にも、Pt、TiN又はIr等の拡散防止膜を形成することが望ましい。

【 0 2 6 1 】

また、上述の各実施例において、レーザ発振部 5 側に A u 等から成る融着金属層 4 a、レーザ発振部 9 側に S n 等から成る融着金属層 4 b を形成しておいて、これらの融着金属層 4 a、4 b を合金化させることとしているが、レーザ発振部 5 側に S n 等から成る融着金属層 4 a、レーザ発振部 9 側に A u 等から成る融着金属層 4 b を形成しておいて、これらの融着金属層 4 a、4 b を合金化させるようにしてもよい。

【 0 2 6 2 】

また、上述の融着金属層 4 a、4 b としては、A u と S n の組み合わせでなくともよく、A u と I n の組み合わせや、P d と I n の組み合わせであってもよい。これらの組み合わせで融着させることで金属間化合物の融着金属層 4 を生じさせると、各レーザ発振部に駆動電流を注入する際の電流注入の妨げとならず、且つレーザ発光時に生じる熱を効率良く発散させることができる。

【 0 2 6 3 】

また、上述した各オーミック電極層及びオーミック電極は、列記した材料に限定されるものではなく、各半導体表面に対してオーミック接触が得られる材料であればよい。

【 0 2 6 4 】

また、以上の実施形態等の説明では、接着層として融着金属層 4 a、4 b を用い、融着によって上述の中間生成体の接着を行っているが、これらの接着層を溶融温度以下での固相拡散を利用して接着するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の外部構造と断面構造を表した図である。

【図 2】

図 1 に示した半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 3】

図 2 に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図 4】

図 3 に続く製造工程を説明するための斜視図である。

【図 5】

第 1 の実施例に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

【図 6】

図 5 に示した半導体レーザ装置の製造工程を説明するための断面図である。

【図 7】

図 6 に続く製造工程を説明するための断面図及び斜視図である。

【図 8】

図 7 に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図 9】

第 2 の実施例に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

【図 1 0】

第 2 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の外部構造と断面構造を表した図である。

【図 1 1】

図 1 0 に示した半導体レーザ装置の製造工程を説明するための斜視図である。

【図 1 2】

図 1 1 に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 3】

第 3 の実施例に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

【図 1 4】

第 3 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の外部構造と断面構造を表した図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示した半導体レーザ装置の製造工程を説明するための斜視図である。

【図 1 6】

図 1 5 に続く製造工程を説明するための断面図である。

【図 1 7】

第 3 の実施の形態に係る半導体レーザ装置のより具体的な実施例の構造を表した断面図である。

【図 1 8】

第 4 の実施の形態に係る半導体レーザ装置の構造を表した断面図である。

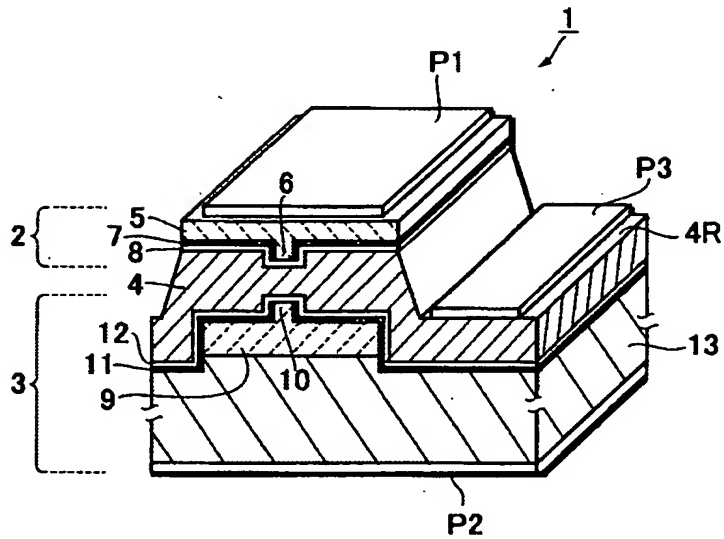
【符号の簡単な説明】

- 1 …半導体レーザ装置
- 2 …第 1 の発光素子
- 3 …第 2 の発光素子
- 4, 4 a, 4 b …融着金属層
- 5 …第 1 のレーザ発振部
- 7 …絶縁層
- 9 …第 2 のレーザ発振部
- 1 2 …オーミック電極層
- 1 3 …基板
- 1 4 …サファイア基板
- 1 0 0, 2 0 0, 3 0 0 …中間生成体

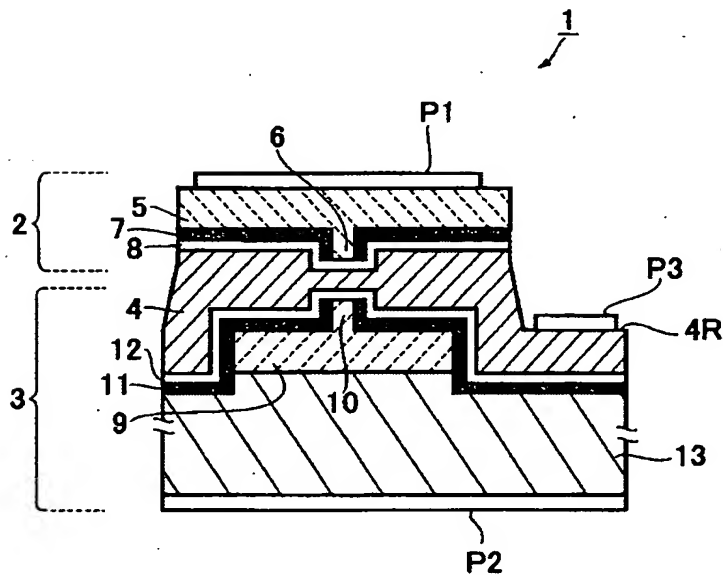
【書類名】 図面

【図 1】

(a)

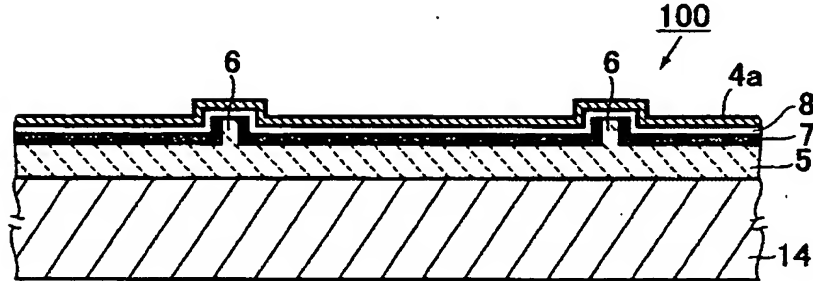


(b)

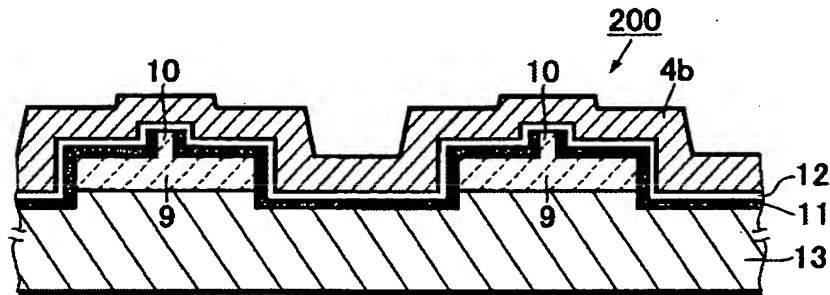


【図 2】

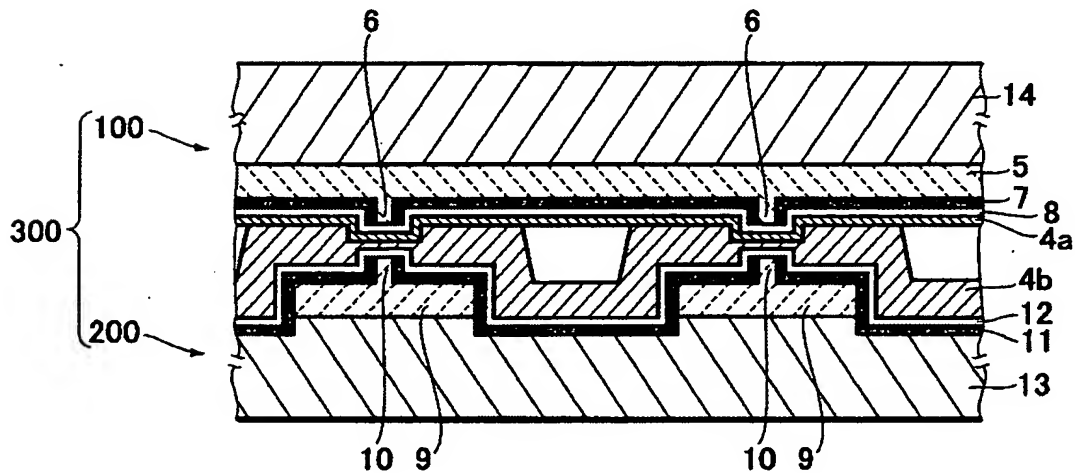
(a)



(b)

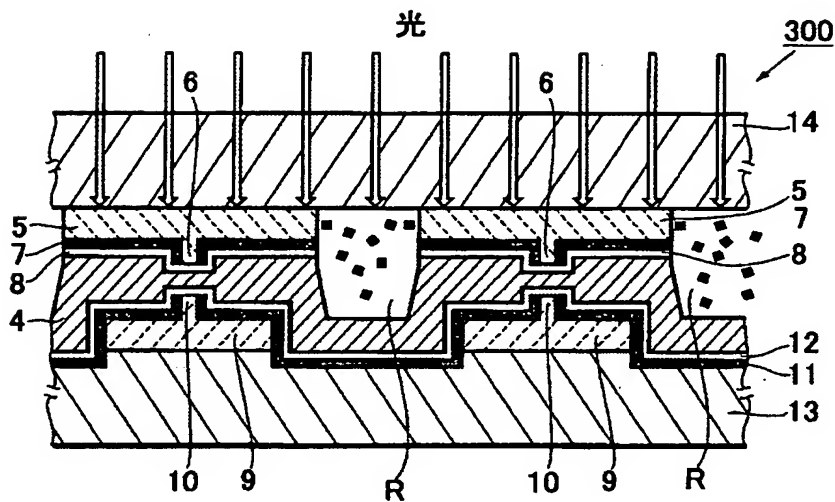


(c)

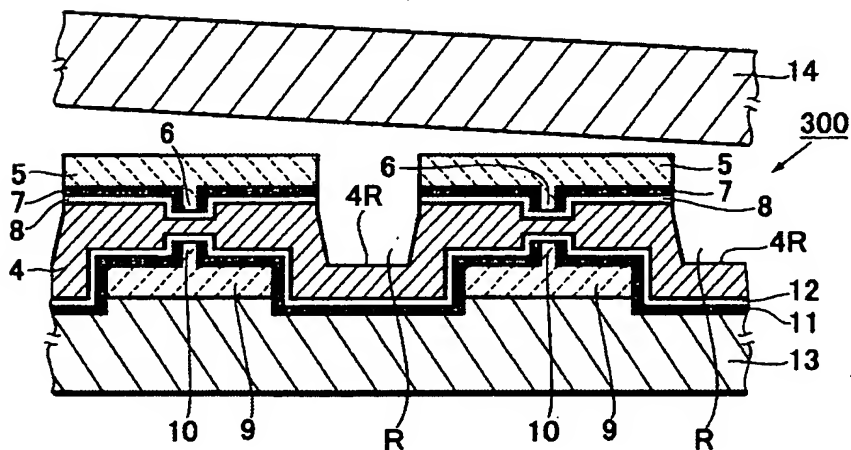


【図 3】

(a)



(b)



ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC

1050 Connecticut Avenue, N.W., Suite 400

Washington, D.C. 20036-5339

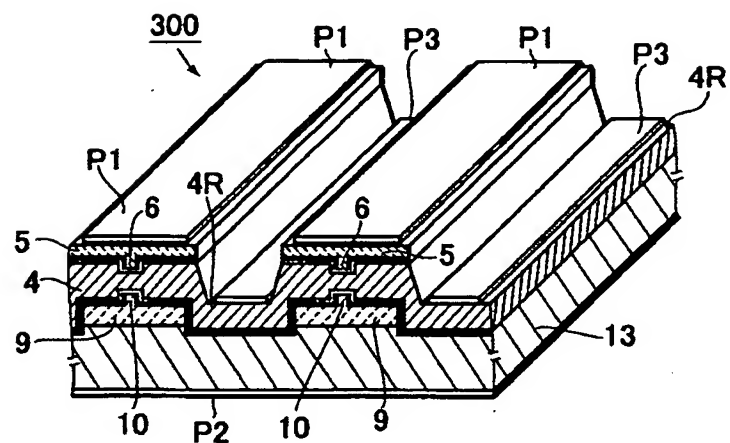
Docket No. 107156-00217

Serial No.: New Application Filed: December 22, 2003

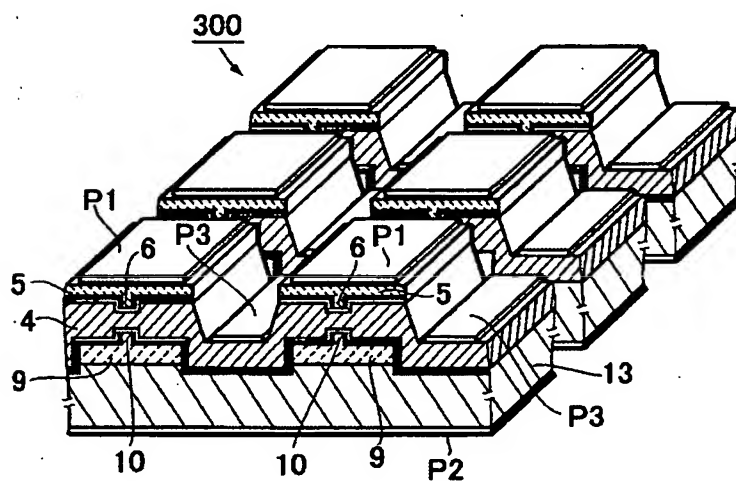
Inventor: MIYACHI et al

【図 4】

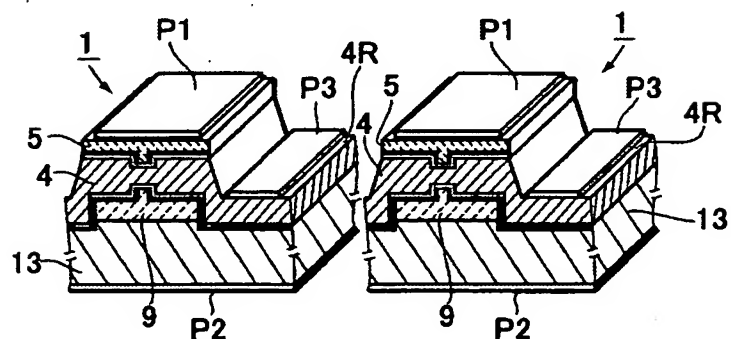
(a)



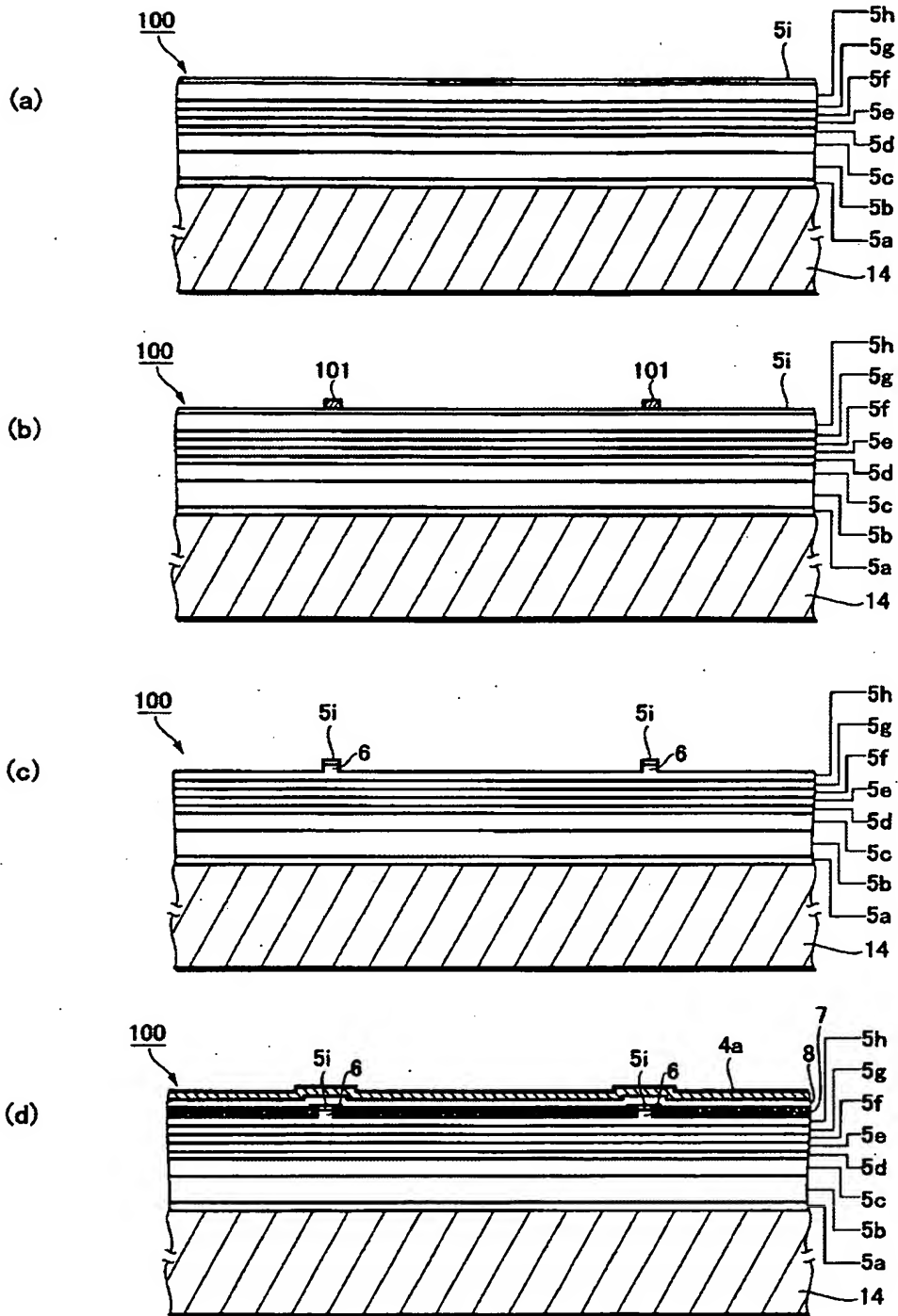
(b)



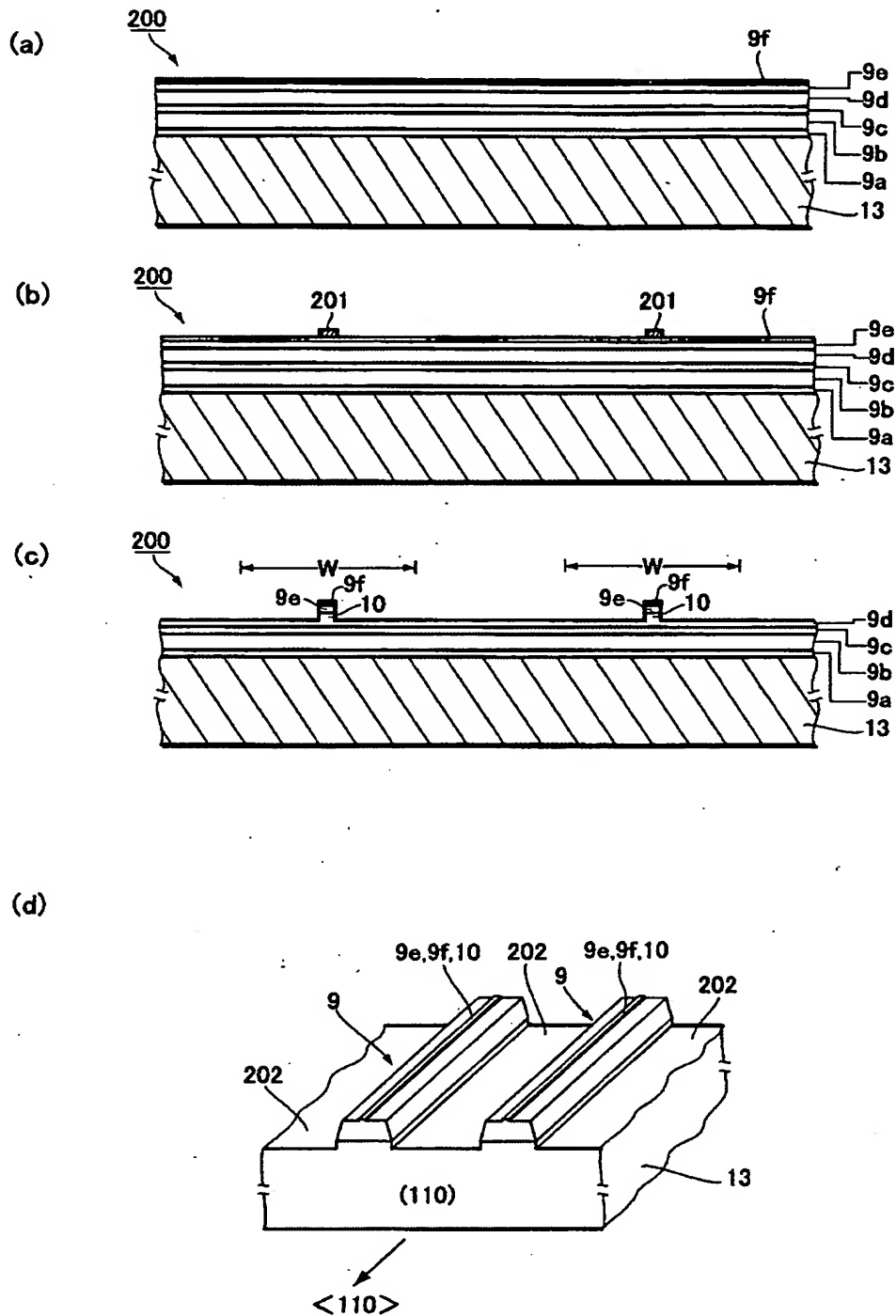
(c)



【図 6】

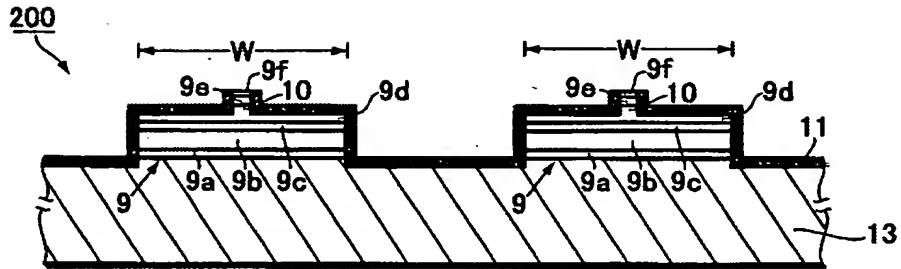


【図 7】

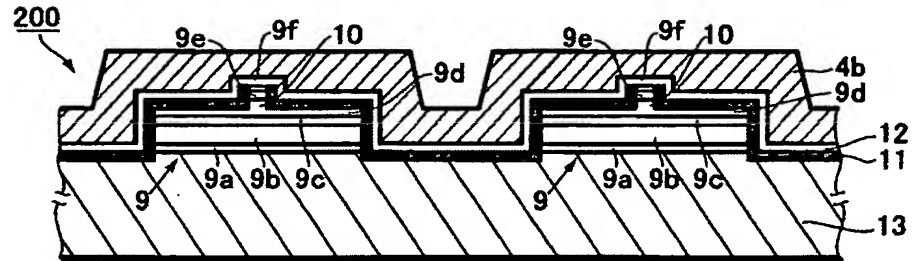


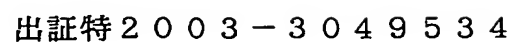
【図 8】

(a)



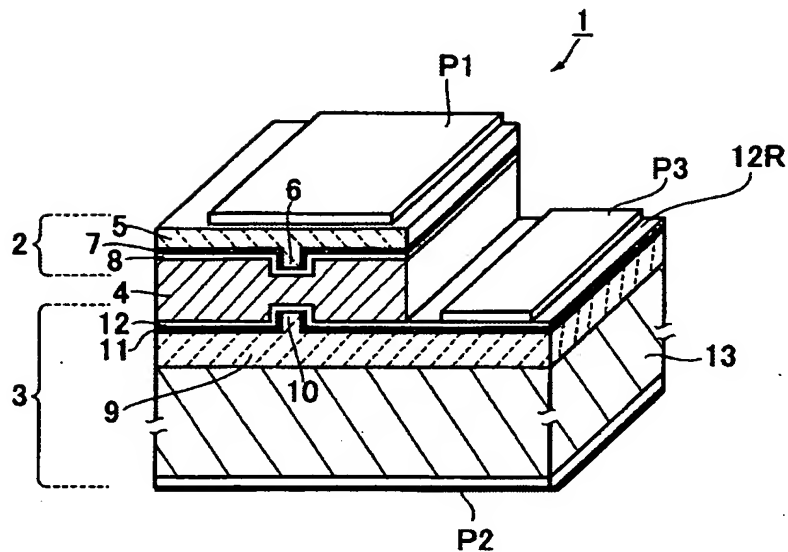
(b)



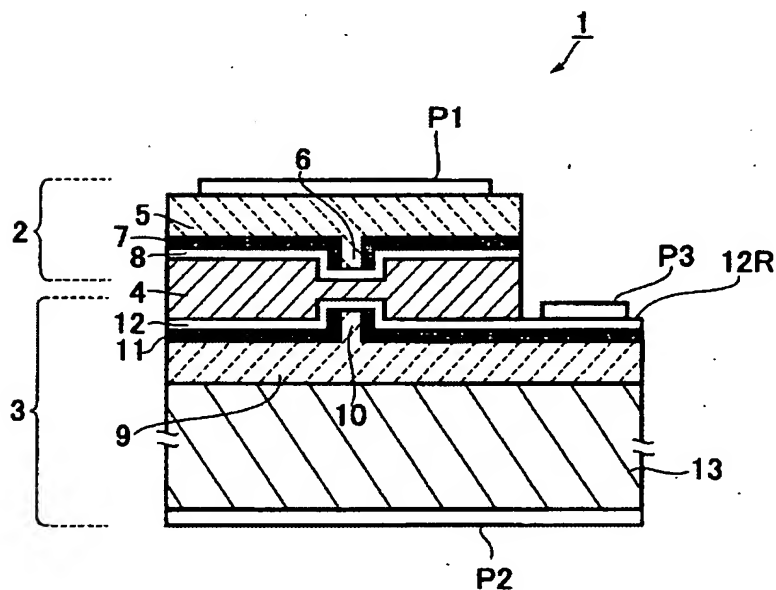


【図 10】

(a)

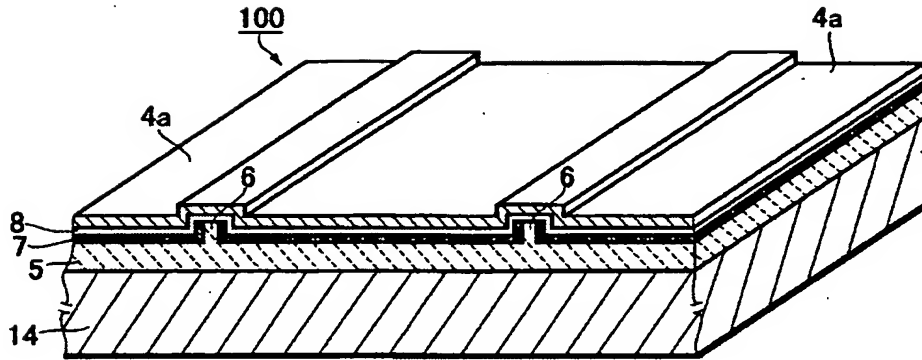


(b)

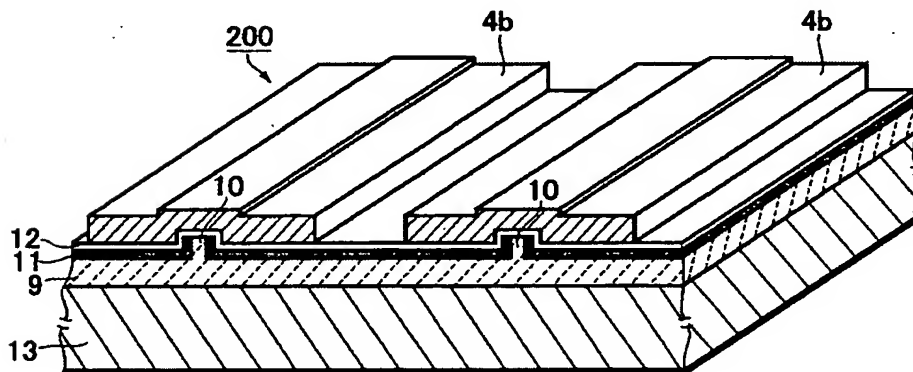


【図 1 1】

(a)

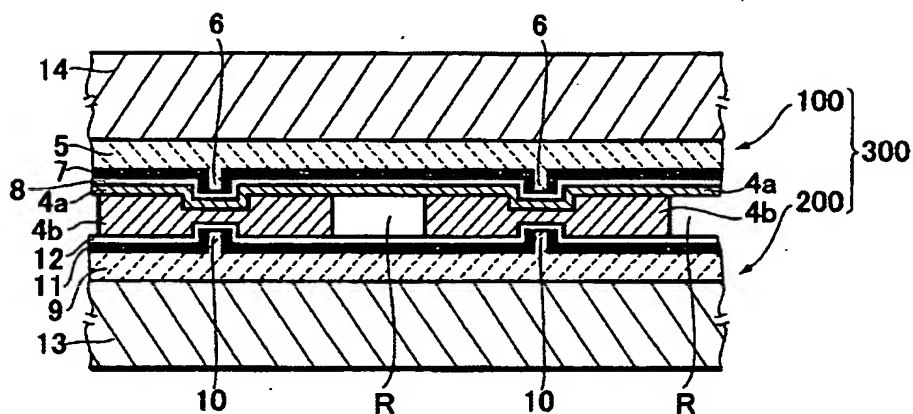


(b)

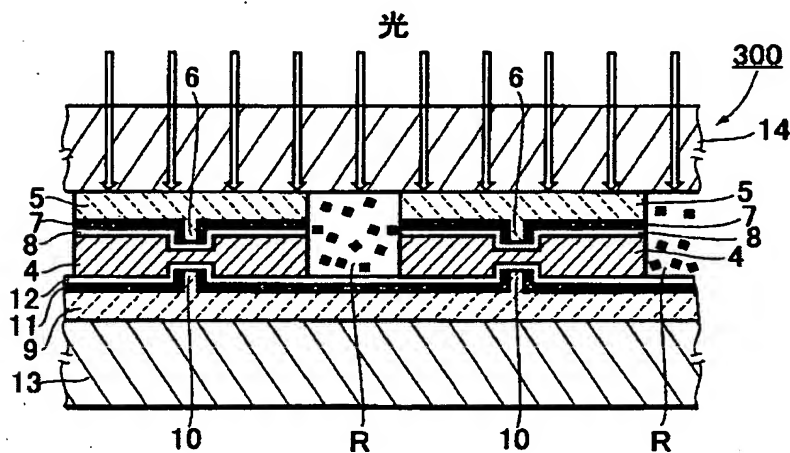


【図 1 2】

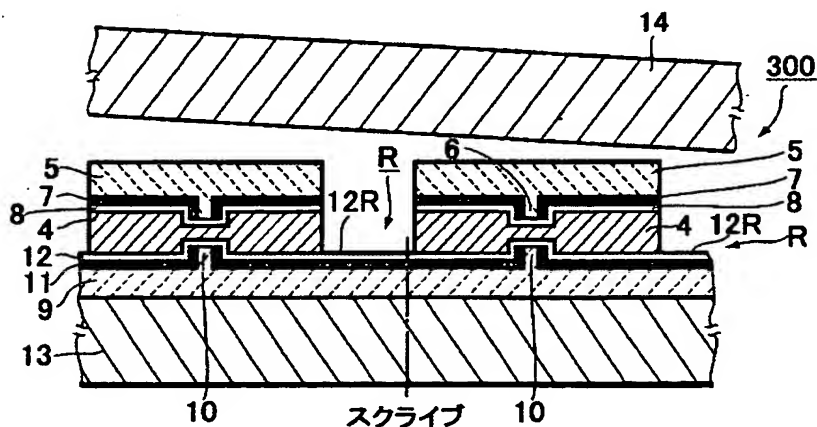
(a)



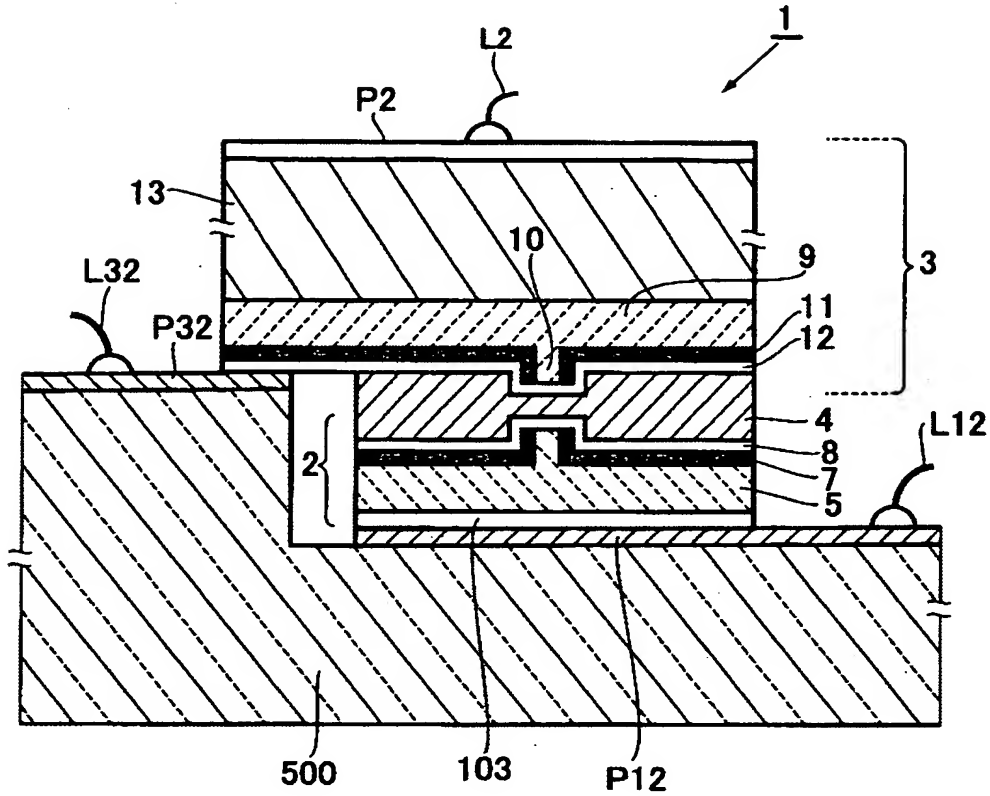
(b)



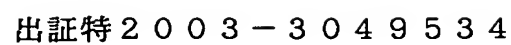
(c)



【図 13】

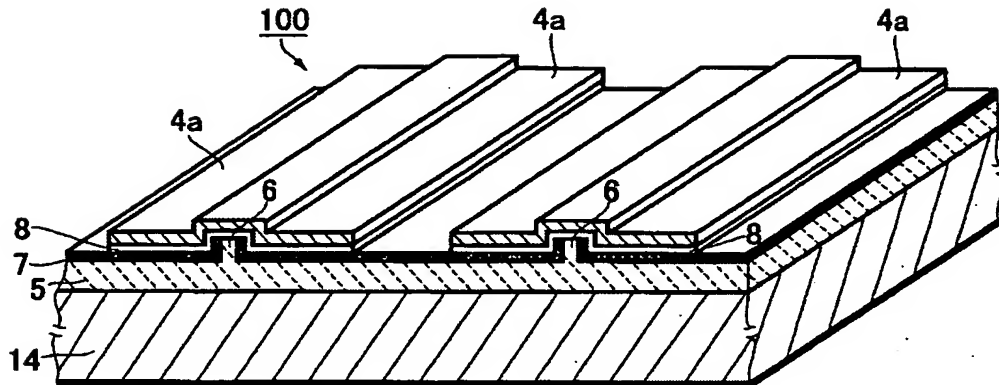


(a)

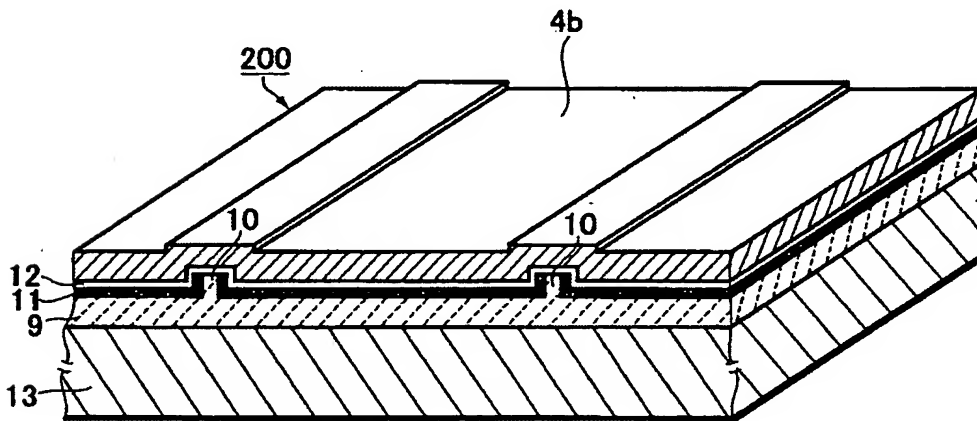


【図 15】

(a)

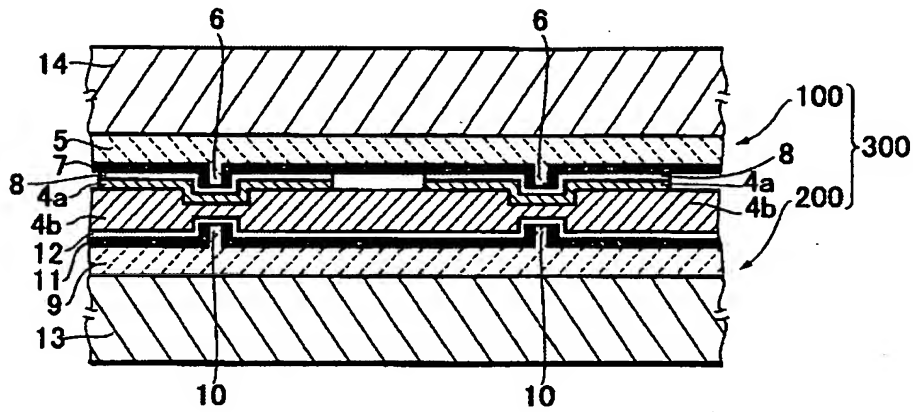


(b)

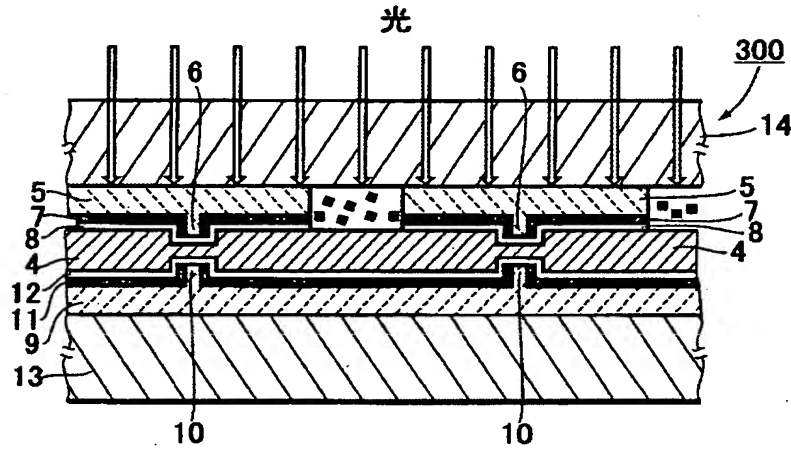


【図 16】

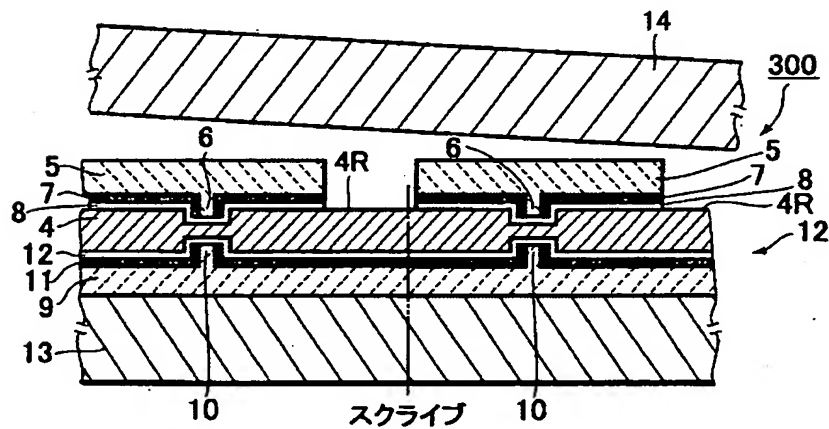
(a)



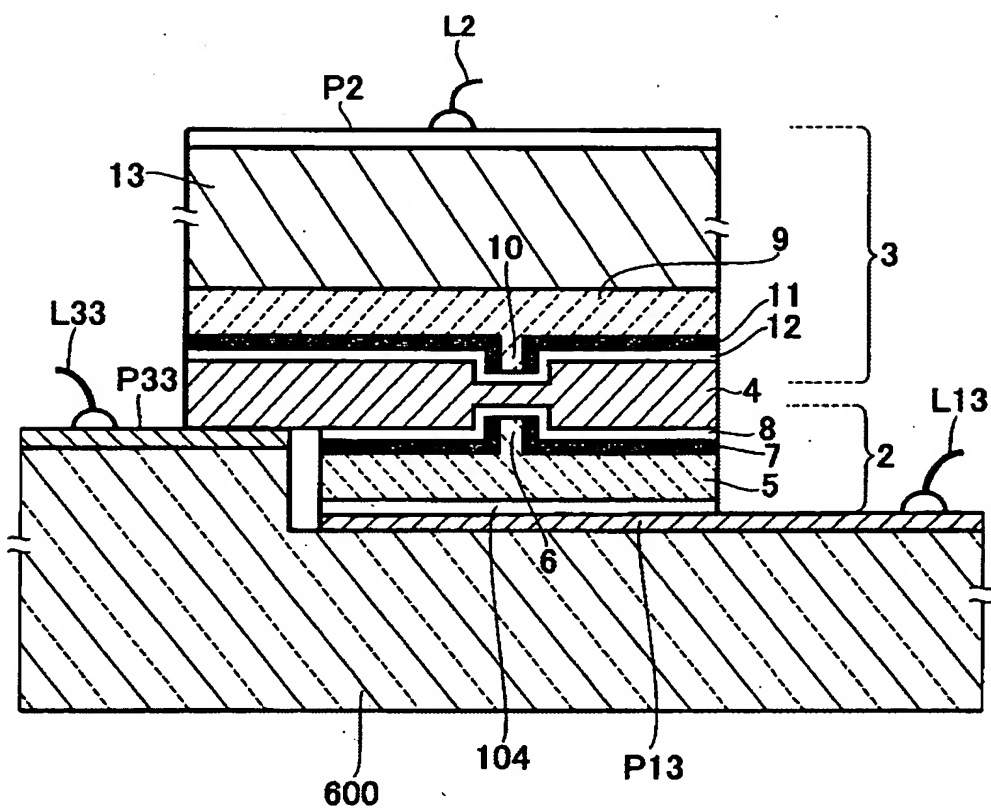
(b)

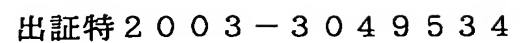


(c)



【図 17】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ光の発光点間隔が小さい半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 リッジ導波路 6 を有し窒化物系 III-V 族化合物半導体（例えば GaN 系半導体）の薄膜が積層されて成る第 1 のレーザ発振部 5 と絶縁層 5 とオーミック電極層 8 とを有する第 1 の発光素子 2 と、リッジ導波路 10 を有し基板 13 上に III-V 族半導体（GaAs 等）の薄膜が積層されて成る第 2 のレーザ発振部 9 と絶縁層 11 とオーミック電極層 12 とを有する第 2 の発光素子 3 とを備え、オーミック電極層 8, 12 間で融着した融着金属層 4 の介在によって、第 1 のレーザ発振部 5 と第 2 のレーザ発振部 9 が一体に固着させることにより、レーザ発振部 5, 9 間の発光点間隔が小さい半導体レーザ装置が実現されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名 パイオニア株式会社